

Frequenz (f) in Megahertz (MHz)	Grenzwerte, quadratisch gemittelt über 6-Minuten-Intervalle	
	Elektrische Feldstärke in Volt pro Meter (V/m) (effektiv)	Magnetische Feld- stärke in Ampere pro Meter (A/m) (effektiv)
0,1 - 1	87	0,73/f
1 - 10	$87/f^{1/2}$	0,73/f
10 - 400	28	0,073
400 - 2 000	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$
2 000 - 300 000	61	0,16

Mit der Novellierung der 26. BImSchV im Jahr 2013 wurde unter anderem ein Minimierungsgebot in diese Verordnung aufgenommen. Demnach sollen die von neu errichteten oder wesentlich geänderten Anlagen ausgehenden elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Felder so gering wie möglich sein.

### Zuständigkeiten

Das Hessische Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV) ist die zuständige Behörde in Hessen für die Umsetzung der 26. BImSchV. Die Regierungspräsidien bzw. die Kommunen werden als zuständige Behörden bei der Planung und Änderung von genehmigungspflichtigen Anlagen beteiligt und können von den Bürgerinnen und Bürgern in einem Beschwerdefall angerufen werden. Bei Beschwerden über bestehende Anlagen kann das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) auf Betreiben der Regierungspräsidien Messungen vornehmen und die Ergebnisse beurteilen.

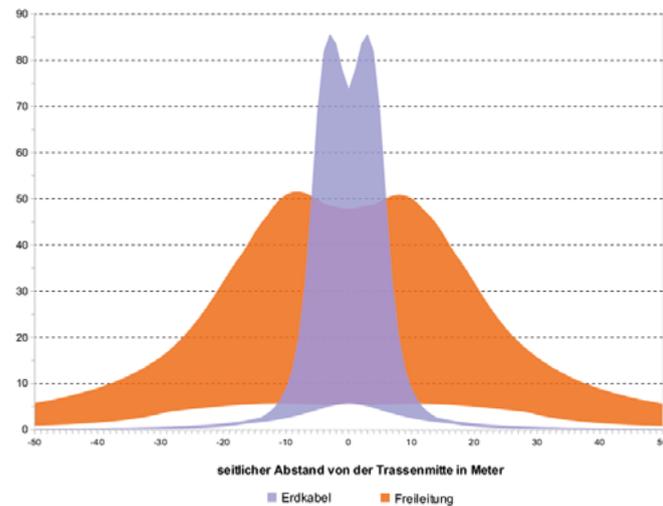
### Anwendungsbereiche

#### Stromnetz

Die Stromverteilung erfolgt in Deutschland über Freileitungstrassen und Erdkabel. Diese Hochspannungsnetze können sowohl mit Wechselstrom als auch mit Gleichstrom betrieben werden.

Während sich beim Wechselstrom 100 Mal pro Sekunde die Fließrichtung ändert (50 Hertz), bleibt sie beim Gleichstrom konstant.

Freileitungen bestehen aus nicht isolierten Seilen, die über eine größere Entfernung elektrische und magnetische Felder emittieren. Erdkabel können aufgrund ihrer Isolierung dichter verlegt werden. Durch die Isolierung und Verlegung im Erdreich sind die Immissionen der Erdkabel ab einer gewissen Entfernung im seitlichen Abstand geringer als bei vergleichbaren Freileitungen.



Das Magnetfeld in einer beispielhaften Gegenüberstellung von Erdkabel und Freileitung (Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz)

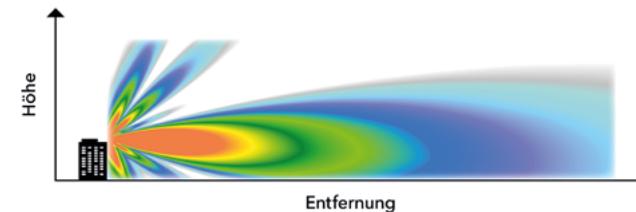
Jedoch muss für Erdkabel eine Trasse für Wartungsarbeiten bereitgestellt werden. Darüber hinaus ist auch der Aufwand für Reparaturarbeiten gegenüber Freileitungen größer.

### Haushaltsgeräte

Sobald ein Gerät oder eine Stromleitung am Hausnetz angeschlossen ist, liegt ein elektrisches Feld vor. Wird das Gerät eingeschaltet und es fließt Strom, tritt zusätzlich ein magnetisches Feld auf. Diese Felder nehmen in zunehmendem Abstand zum Gerät schnell ab. Durch die Nutzung einer Freischaltung (Netzabkopplung) wird das Gerät vom Hausnetz getrennt und es liegen keine Felder mehr an, wenn das Gerät nicht in Betrieb ist.

### Mobilfunk

Der Gebrauch von Mobilfunktelefonen erfordert eine größere Anzahl von Mobilfunksendeanlagen. In der folgenden Abbildung ist die Abstrahlgeometrie einer Mobilfunk-Sektorantenne, die auf einem Haus montiert ist, dargestellt. Erkennbar sind neben dem Hauptstrahl auch die Nebenstrahlen, die in einem geringeren Abstand als der Hauptstrahl auf den Boden treffen.



Abstrahlgeometrie einer Mobilfunksendeanlage (Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt)

Wo Mobilfunkmasten aufgestellt sind, lässt sich dem EMF-Portal der Bundesnetzagentur entnehmen. Hier kann über die Eingabe der Adresse nach Standorten von Mobilfunksendeanlagen gesucht werden. Für die jeweilige Sendeantenne wird der zugehörige Sicherheitsabstand angegeben.

Welche Belastung für den Körper beim Gebrauch mit einem Handy einhergeht, lässt sich in der SAR-Tabelle über die spezifische Absorptionsrate für gängige Handymodelle beim Bundesamt für Strahlenschutz ermitteln.

### Materialien und Quellen

- Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (26. BImSchV)
- LAI-Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, September 2014)
- GFZ Potsdam
- SSK
- ICNIRP
- EMF Datenbank Bundesnetzagentur

### Bildnachweise

- GFZ Potsdam
- Bundesamt für Strahlenschutz
- Bayerisches Landesamt für Umwelt

### Herausgeber:

### Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

Rheingaustraße 186  
D-65203 Wiesbaden

Tel.: +49 (0)611 6939-111  
Fax: +49 (0)611 6939-113  
E-Mail: [vertrieb@hlnug.hessen.de](mailto:vertrieb@hlnug.hessen.de)

[www.hlnug.de](http://www.hlnug.de)

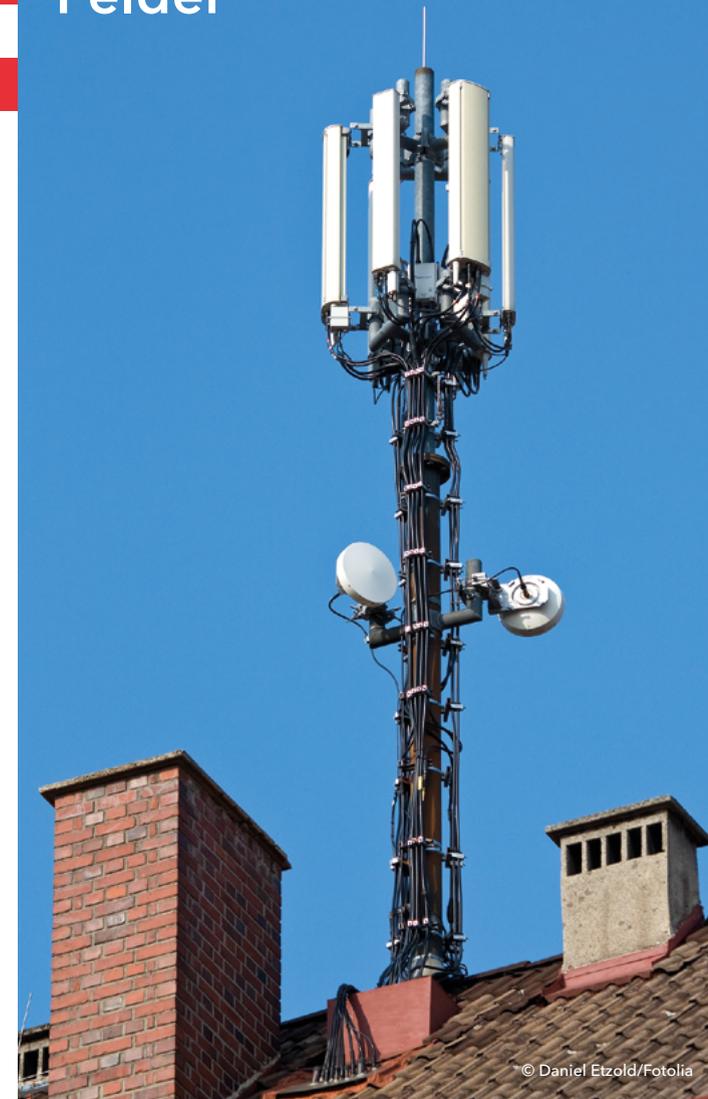
Wiesbaden, 2017



Hessisches Landesamt für  
Naturschutz, Umwelt und Geologie

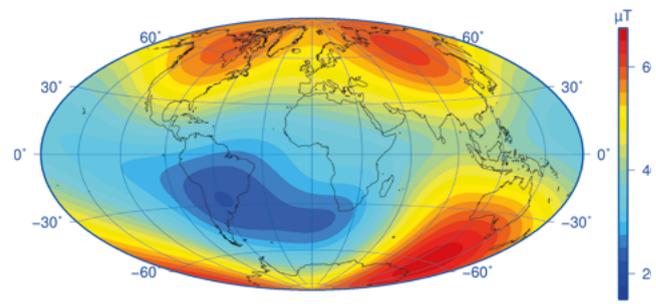


# Elektromagnetische Felder



## Natürliche elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder

Die Menschen auf der Erde sind ständig natürlichen elektromagnetischen Feldern ausgesetzt. Denn die Erde ist von einem statischen Magnetfeld umgeben, welches nahezu ausschließlich von den elektrischen Strömen im flüssigen Erdkern verursacht wird. An den Polen ist die magnetische Flussdichte der Erde dabei ca. doppelt so stark wie am Äquator.



Verteilung der magnetischen Flussdichte auf der Erde  
Quelle: GFZ Potsdam, 2016

Darüber hinaus führen die natürliche Sonnenstrahlung und der Sonnenwind auf der Erde zu elektrischen Feldern. Natürliche elektromagnetische Felder entstehen unter anderem durch Blitze.

## Anthropogene elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder

Nicht natürliche elektrische und magnetische Felder treten an Kabeln, Freileitungen und elektrischen Geräten auf. Die beiden Felder stehen in einem direkten Zusammenhang.

Bei einer Frequenz von bis zu 30 kHz wird von einem niederfrequenten (NF-) Feld gesprochen. Alle Haushaltsgeräte, die mit einer Stromversorgung von 50 Hz betrieben werden, erzeugen NF-Felder. Das elektrische und magnetische Feld werden zwar beide gleichzeitig erzeugt, haben aber ganz unterschiedliche Ausbreitungseigenschaften. Deshalb werden sie getrennt voneinander betrachtet.

Ab einer Frequenz von 30 kHz beginnt der hochfrequente Bereich und das elektrische und magnetische Feld lassen sich nicht mehr getrennt untersuchen. Es wird nun von einem elektromagnetischen Feld gesprochen. Mobilfunkanlagen, Handys und DECT-Telefone, um nur einige Beispiele für hochfrequente Quellen zu nennen, emittieren elektromagnetische Wellen mit unterschiedlicher Reichweite.

### Physikalische Grundlagen

Die elektrische Feldstärke  $E$  bezeichnet die Spannung pro Strecke und wird in Volt pro Meter (V/m) angegeben. Statische  $E$ -Felder können durch ruhende Ladungen erzeugt werden, d.h. durch Anlegen einer Spannung. Dabei steigt die Stärke des elektrischen Feldes mit zunehmender Spannung an und fällt mit zunehmendem Abstand zur Quelle. Sie reagiert stark auf Umgebungsbedingungen und lässt sich durch geeignete Materialien leicht abschirmen.

Die magnetische Feldstärke  $H$  wird in Ampere pro Meter (A/m) angegeben und durch fließenden Strom erzeugt. Die magnetische Feldstärke gibt die Stärke und Richtung des durch einen magnetischen Dipol erzeugten Magnetfeldes an. Durch das Anlegen einer Spannung wird noch kein magnetisches Feld erzeugt. Erst durch bewegte Ladungen, d.h. durch fließende Ströme, wird ein magnetisches Feld induziert.

Die magnetische Flussdichte  $B$  wird aus der magnetischen Feldstärke  $H$  abgeleitet und gibt die eigentliche Stärke des magnetischen Feldes in Tesla (T) an. Mit ansteigender Stromstärke nimmt die Stärke des magnetischen Feldes zu und mit zunehmendem Abstand zur Quelle verringert sie sich. Niederfrequente Magnetfelder durchdringen fast alle Materialien und lassen sich nur schwer abschirmen.

Die Leistungsflussdichte  $S$  setzt sich aus der elektrischen und magnetischen Feldstärke zusammen und gibt an, wie groß die Leistung pro Fläche eines elektromagnetischen Wechselfeldes ist. Sie wird in Watt pro Quadratmeter ( $W/m^2$ ) angegeben. Die Leistungsflussdichte nimmt im Fernfeld gleichförmig (isotrop) abstrahlender Quellen mit dem Quadrat der Entfernung ab, d.h. bei einer Verdoppelung der Entfernung reduziert sich die Leistungsflussdichte auf ein Viertel des ursprünglichen Wertes.

## Statische und niederfrequente Felder (bis 30 kHz)

Feldart	Physikalische Größe	Physikalische Einheit	Beispiele für Quellen	Spezifikum
Elektrisches Feld	Elektrische Feldstärke $E$	Volt pro Meter (V/m)	Gleichstromleitung/-kabel (0 Hz) Bahnstromnetz (16,7 Hz) Transformatoren Haushaltsgeräte Stromnetz (50 Hz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Das elektrische Feld liegt auch ohne Stromfluss an.</li> <li>Die Feldstärke steigt mit zunehmender Spannung.</li> <li>Die Feldstärke sinkt mit zunehmendem Abstand zur Quelle.</li> <li>Das elektrische Feld reagiert stark auf die Umgebungsbedingungen.</li> <li>Das elektrische Feld ist gut abzuschirmen.</li> </ul>
Magnetisches Feld	Magnetische Flussdichte $B$	Tesla (T)	Gleichstromleitung/-kabel (0 Hz) Bahnstromnetz (16,7 Hz) Transformatoren Haushaltsgeräte Stromnetz (50 Hz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die magnetische Feldstärke liegt nur bei Stromverbrauch an.</li> <li>Die Feldstärke steigt mit ansteigender Stromstärke.</li> <li>Die Feldstärke sinkt mit zunehmendem Abstand zur Quelle.</li> <li>Das magnetische Feld lässt sich schwer abschirmen.</li> </ul>



## Hochfrequente Felder (30 kHz bis 300 GHz)

Feldart	Physikalische Größe	Physikalische Einheit	Beispiele für Quellen	Spezifikum
Elektromagnetische Felder bzw. Wellen	Leistungsflussdichte $S$	Watt pro Quadratmeter ( $W/m^2$ )	WLAN, Bluetooth, Mobilfunk, Radio, DECT-Telefon, Mikrowellenherd	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die elektromagnetischen Wellen lösen sich von der Quelle und können sich über große Distanzen ausbreiten.</li> <li>Die elektromagnetischen Wellen lassen sich teilweise abschirmen.</li> </ul>



## Grenzwerte

Zum Schutz der Bevölkerung vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder wurden seitens des Gesetzgebers Grenzwerte eingeführt. Sie sind in der Sechszwanzigsten Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV) verankert.

Diese Grenzwerte basieren auf Empfehlungen der Internationalen Kommission zum Schutz vor nicht ionisierender Strahlung (ICNIRP), der Weltgesundheitsorganisation (WHO) sowie der deutschen Strahlenschutzkommission (SSK) und beruhen auf wissenschaftlich nachgewiesenen Forschungen über gesundheitsrelevante Wirkungen durch die oben genannten Felder.

Die 26. BImSchV und damit auch die Grenzwerte gelten für die Errichtung und den Betrieb von Hochfrequenz-, Niederfrequenz- und Gleichstromanlagen, nicht jedoch für Haushaltsgeräte, Mobiltelefone und andere mobile Endgeräte.

Frequenz (f) in Hertz (Hz)	Grenzwerte	
	Elektrische Feldstärke in Kilovolt pro Meter (kV/m) (effektiv)	Magnetische Flussdichte in Mikrottesla ( $\mu T$ ) (effektiv)
0	-	500
1 - 8	5	$40\,000/f^2$
8 - 25	5	$5\,000/f$
25 - 50	5	200
50	5	100
50 - 400	$250/f$	200
400 - 3 000	$250/f$	$80\,000/f$
3 000 - 10 000 000	0,083	27