



Elektrosmog

1. Hintergrund

Auf Grund einer vermuteten schädigenden Auswirkung auf Gesundheit und Umwelt ist das Thema Elektrosmog für viele Bürgerinnen und Bürger relevant. Gleichzeitig fühlt sich ein Großteil der europäischen Bevölkerung nach Eurobarometer-Umfragen¹ aus den Jahren 2007 und 2010 nicht ausreichend über Gefahren und Schutz von elektromagnetischen Feldern informiert: mehr als die Hälfte der Befragten wünscht sich mehr Informationen. Die Studie aus dem Jahr 2010 zeigt, dass der Aufklärungsbedarf weiterhin sehr hoch ist: nur 20 Prozent der Befragten wurden über potenzielle Gesundheitseffekte informiert. Zwei Drittel glauben nicht, dass Behörden sie vor möglichen Gefahren durch „Elektrosmog“ schützen. Allerdings sorgt sich nur knapp die Hälfte (46 Prozent) der Befragten über die potentiellen Risiken; die andere Hälfte (51 Prozent) macht sich kaum oder keine Sorgen.

Besondere Brisanz erhält die Elektrosmog-Problematik durch eine Vielzahl widersprüchlicher Forschungsergebnisse und weiterhin bestehender Forschungslücken; insbesondere gibt es nur unzureichende Erkenntnisse im Bereich der Gesundheitsrisiken bei Langzeiteinwirkung oder der besonderen Auswirkungen von Elektrosmog auf Kinder. Auf Grund der langen Latenzzeiten von Krebserkrankungen ist auch dieser Bereich noch nicht ausreichend erforscht.

2. Definition

"Elektrosmog" ist ein Sammelbegriff für durch technische Strahlung erzeugte elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder. Der Begriff Elektrosmog umfasst die künstliche Wortkreuzung "smog" aus dem englischen "smoke" für Rauch und "fog" für Nebel. Üblicherweise wird mit "smog" eine durch Emissionen verursachte, wahrnehmbare Luftverunreinigung bezeichnet. Der Terminus *Elektrosmog* ist daher irreführend: elektrische und magnetische Felder können nicht direkt wahrgenommen sondern nur unter Zuhilfenahme spezieller Geräte gemessen werden. Trotz der sprachlichen Ungenauigkeit hat sich die Bezeichnung *Elektrosmog* im allgemeinen Sprachgebrauch etabliert.

Schwache elektromagnetische Felder sind Teil der natürlichen Umwelt des Menschen. So verursachen natürliche elektrische Felder während eines Gewitters Blitze. Auch natürliche magnetische Felder sind bekannt: so richtet sich ein Kompass auf Grund des natürlichen Magnetfelds der Erde für gewöhnlich nach Norden aus. Besondere Bedeutung hat dieses Feld für viele Vögel und Fische, da es ihnen hilft, zu navigieren.

Seit dem 20. Jahrhundert treten vermehrt technisch erzeugte Felder auf, die die natürlichen Felder häufig an Anzahl und Stärke übertreffen. Künstliche, elektrische Felder entstehen durch elektrische Spannung – mit zunehmender Spannung wird das elektrische Feld größer. Magnetische Felder entstehen, wenn Strom fließt – auch hier gilt: je mehr Strom fließt, desto stärker ist das magnetische Feld.²

Da elektrische Felder elektrische Ladungen (Elektronen) bewegen, bewegte Elektronen magnetische Felder erzeugen und magnetische Wechselfelder wiederum elektrische Felder

¹ Eurobarometer-Studie: Elektromagnetische Felder: Eurobarometer 66 (2007) und Eurobarometer 73 (2010).

² Dementsprechend verursachen Geräte mit hohem Stromverbrauch stärkere Felder als Energiespargeräte.

herleiten, besteht eine enge Wechselwirkung zwischen elektrischen und magnetischen Feldern. Elektrische und magnetische Felder entstehen ausschließlich direkt an der Quelle und ihre Intensität nimmt mit wachsender Distanz ab. Während sich elektrische Felder leicht abschirmen lassen, können Magnetfelder fast alle Materialien durchdringen.

Der Großteil der künstlichen Felder ist nicht statisch, sondern unterliegt zeitlichen Schwankungen; sie werden als Wechselfelder bezeichnet. Je nach Frequenz werden die Felder in zwei Gruppen kategorisiert: Felder mit bis zu 30.000 Schwingungen pro Sekunde (30.000 Hertz bzw. 30 Kilohertz) sind Niederfrequenzfelder. Quellen für niederfrequente Felder sind Stromleitungen, Bahnoberleitungen und elektrische Haushaltsgeräte. Hochfrequenzfelder haben eine Frequenz ab 30 Kilohertz. Im Gegensatz zu niederfrequenten Feldern können sich hochfrequente elektromagnetische Felder von ihrer Quelle – beim Fernsehempfang der Sendeantenne – lösen und sich im Raum ausbreiten. Daher können Informationen über große Entfernungen übertragen bzw. gewonnen werden. Hochfrequente Felder entstehen insbesondere beim Rund- und Mobilfunk, durch medizinische Geräte, Mikrowellenherde, Funktelefone oder drahtlose Computernetzwerke wie WLAN und Bluetooth.

3. Europäische Dimension

Die Abwehr der gesundheitlichen Risiken durch elektromagnetische Felder ist Teil des Gesundheitsschutzes. Regelungen in diesem Bereich gehören zu den „Querschnittsaufgaben“ und werden in allen Politikfeldern wahrgenommen. Dabei ergänzt die Tätigkeit der EU die Politik der Mitgliedstaaten, unterstützt sie, wenn erforderlich, und fördert deren Zusammenarbeit. Die EU-Mitgliedstaaten behalten ihre primäre Zuständigkeit und Verantwortung auf diesen Feldern.

Weitergehende Kompetenzen hat die EU beim Gesundheitsschutz in der Arbeitsumwelt und dem Verbraucherschutz. Allerdings gilt auch hier das Subsidiaritätsprinzip.

Allgemeines Ziel der EU ist es, Bürgerinnen und Bürger vor schädlichen Auswirkungen einer Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern zu schützen.

Europäisches Parlament

Die Gesundheitsproblematik im Zusammenhang mit elektromagnetischen Feldern. Entschließung des Europäischen Parlaments vom 02. April 2009; Federführender Ausschuss: ENVI; Berichterstatterin: Frédérique Ries (ALDE, BE).

Das Europäische Parlament nahm und nimmt eine warnende und kritische Haltung in Bezug auf mögliche gesundheitliche Risiken durch elektromagnetische Felder ein. Bereits 1999 rieten die Abgeordneten, die Belastung durch Strahlen so weit wie möglich zu reduzieren, und befürworteten das Vorsorgeprinzip: endgültige Forschungsergebnisse sollten nicht erst abgewartet sondern direkt vorbeugende Schutzmaßnahmen getroffen werden.

Die aktuelle Entschließung aus dem Jahr 2009 setzt sich weiterhin kritisch mit elektromagnetischen Feldern auseinander und fordert insbesondere Grenzwertsenkungen. Generell wird eine politische Lösung gefordert. Festgelegte Grenzwerte sollen dem Stand der Technik und den Ergebnissen neuer epidemiologischer Studien entsprechend regelmäßig angepasst werden. Kernforderung ist, ein hohes Maß an Sicherheit für die Verbraucher, insbesondere für Kinder, zu gewährleisten - allerdings ohne Funktionsfähigkeiten einzuschränken.³

³ Die Kommission verweist hinsichtlich dieser Forderung des Parlaments darauf, dass im Rahmen des siebten Forschungsrahmenprogramms 3,5 Mio. Euro für eine internationale Studie, die den Einfluss elektromagnetischer Felder, insbesondere in der Kindheit und Adoleszenz, auf das Risiko von Gehirntumorerkrankungen untersucht, zugewiesen wurden. Die Studie (MOBI-KIDS project) wurde im Mai 2009 initiiert; je nach Auswertungsdauer müssten die ersten Ergebnisse 2015/2016 veröffentlicht werden. Website: <http://www.mbkds.com/>.

Da weiterhin Forschungslücken bestehen – so ist nicht abschließend geklärt wie elektromagnetische Strahlung auf den menschlichen Organismus wirkt –, fordert das Europäische Parlament, den Strahlenschutz zu verbessern, zu vereinheitlichen und weiterhin die Forschung zu fördern. Die Kommission wird darüber hinaus aufgefordert, einen jährlichen Bericht über "das Ausmaß der elektromagnetischen Strahlung in der EU"⁴ sowie Strahlungsquellen und getroffene Maßnahmen – wie Mindestabstände und -höhen von Sendemasten in der Nähe von Wohngebieten – vorzulegen.

Entsprechende Leitlinien oder Mindeststandards – wie ein Verbot, Sender in unmittelbarer Nähe von „Schulen, Kindertagesstätten, Seniorenheimen und Einrichtungen der Gesundheitsfürsorge“ aufzustellen – sollen erarbeitet werden.

Eine weitere Forderung umfasst den Aspekt der Transparenz. In diesem Rahmen könnten Karten mit der Lage von Hochspannungsleitungen und Sendemasten veröffentlicht werden. Zudem sollen Verbraucherinnen und Verbraucher besser informiert werden, indem, insbesondere auf drahtlosen Geräten, auch die Emissionsstärke angegeben wird. Sensibilisierungskampagnen, vor allem für jüngere Europäerinnen und Europäer, sollen mit weiterer Forschung einhergehen.⁵

Die Entschließung fand im Parlament einen breiten Konsens: 559 Abgeordnete stimmten für den Bericht, 22 dagegen, 8 enthielten sich der Stimme.

Rat der Europäischen Union

Mit seiner **Empfehlung „zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz-300 GHz)“** setzte der Rat einen EU-Rahmen für nationale Strategien und Maßnahmen. Diese Empfehlung **1999/519/EG** des Rates vom 12. Juli 1999 wurde auf Vorschlag der Kommission (Generaldirektion Gesundheit und Verbraucher) und nach Stellungnahme des Europäischen Parlaments herausgegeben. Sie basiert auf den Empfehlungen der ICNIRP⁶ von 1998.

Nach Maßgabe der Empfehlung sind die Mitgliedstaaten angehalten, einen Rahmen für Basisgrenzwerte und Referenzwerte anzunehmen, die Situationen zu bewerten, in denen Quellen unterschiedliche Frequenzen ausstrahlen, sowie Nutzen und Risiken Rechnung zu tragen. Darüber hinaus sollen europäische Bürgerinnen und Bürger angemessen über die gesundheitlichen Auswirkungen elektromagnetischer Felder und die getroffenen Maßnahmen informiert werden. Auch die weitere Forschung soll gefördert werden.

Im Juli 2001 folgte aus dieser Empfehlung eine harmonisierte Europannorm (EN 50360). Diese definiert die spezifische Absorptionsrate (SAR-Wert) mit 2 Watt/kg auf 10 Gramm Körpergewebe. Je kleiner der SAR-Wert ist, desto geringer wird das Gewebe durch die Strahlung erwärmt. Der SAR-Wert wird vor allem bei Mobiltelefonen angegeben.

Europäische Kommission

Die Ratsempfehlung von 1999 bedarf einer regelmäßigen Überprüfung. In ihrem zweiten Durchführungsbericht über die Anwendung der Empfehlung 1999/519/EG fasst die Kommission zusammen, dass die meisten Mitgliedstaaten die maximalen Expositionswerte der Empfehlung anwenden und überwachen. Einige Staaten haben strengere Grenzwerte oder rechtlich verbindliche

⁴ In einem *Follow-Up* zur Entschließung hat die Kommission diese Forderung als in der Praxis nicht durchführbar verworfen, da ein solcher Bericht von Daten der Mitgliedstaaten abhängig wäre. Stattdessen erwägt sie, in ihrem fünfjährig erscheinenden „implementation report“ auf diese Aspekte einzugehen. Letzter Bericht von 2008: http://ec.europa.eu/health/electromagnetic_fields/eu_actions/implementation_reports/index_en.htm.

⁵ Auch diese Forderung wies die Kommission zurück, da sie die zugewiesenen Mittel ausschließlich für die erwogenen Zwecke benutzen darf. Dementsprechend könnten Sensibilisierungskampagnen nicht durch Fördermittel, die der Forschung zugewiesen wurden, finanziert werden.

⁶ ICNIRP ist die Abkürzung für: International Commission on Non-Ionising Radiation Protection. Die ICNIRP ist eine internationale, unabhängige Kommission für den Schutz vor nichtionisierender Strahlung.

Maßnahmen festgelegt; die von Deutschland gefassten Regelungen werden unter Punkt 5 thematisiert.

Daneben fasst die Kommission Schlussfolgerungen des wissenschaftlichen Ausschusses „neu auftretende und neu identifizierte Gesundheitsrisiken“ (SCENIHR) zusammen. Nach Berücksichtigung des neueren Kenntnisstands fand der SCENIHR keine Belege dafür, dass die in der Ratsempfehlung vorgesehenen Basisgrenzwerte und Referenzwerte geändert werden müssten. Allerdings wurden Lücken in den einschlägigen wissenschaftlichen Erkenntnissen festgestellt, so dass weitere Forschungsarbeiten, insbesondere im Rahmen des 7. Forschungsrahmenprogramms, durchgeführt werden sollen.

Weitere EU-Regelungen mit Bezug zu elektromagnetischen Feldern

Neben der Empfehlung 1999/519/EG gibt es die **R&TTE⁷-Richtlinie 1999/5/EG**, die das **Inverkehrbringen von Radio- und Telekommunikations-Endgeräten** – wie Analogtelefone, ISDN-Endgeräte, Kabel- und PC-Modems, Mobilfunk-Basisstationen, Autotüröffner oder andere Kurzstreckenfunkgeräte – europaweit regelt. Die Einhaltung der Europeanormen ist eine der Voraussetzungen zur Erfüllung der Richtlinie.

Die Richtlinie **2004/40/EG** enthält „**Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (elektromagnetische Felder)**“. Die Richtlinie gehört zu einem Richtlinienbündel, das Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer vor physikalischen Einwirkungen – neben den elektromagnetischen Feldern auch Lärm, Vibrationen und optische Strahlung – schützen soll. Die Arbeitgeberinnen und Arbeitgeber werden verpflichtet, die Maßgaben der Richtlinie einzuhalten. Langzeitwirkungen elektromagnetischer Felder wurden nicht erfasst, da für diese noch kein schlüssiger wissenschaftlicher Beweis geführt wurde. Die ursprüngliche Richtlinie (2004/40/EG) sollte 2008 umgesetzt werden. Im Jahr 2006 wurden jedoch, insbesondere von medizinischen Forschungseinrichtungen, Bedenken zur Umsetzung geäußert: die Strahlung von Magnetresonanztomographien liege deutlich über den vorgeschriebenen Werten, sei aber unerlässlich für die Erforschung und Untersuchung von Krankheiten. Zudem erwiesen sich auch die Messungen zur Einhaltung der Grenzwerte als äußerst kostspielig. Daher wurde die Richtlinie durch die Richtlinie 2007/30/EG geändert. Die neue Frist für die Umsetzung endet am 31.12.2012.

Die **Richtlinie 2004/108/EG** vom 15. Dezember 2004 „zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit“ bezieht sich auf das Funktionieren des Binnenmarkts. Sie aktualisiert die Richtlinie 89/336/EWG und befasst sich mit der **elektromagnetischen Verträglichkeit von „Betriebsmitteln“**. Die gesetzlichen Bestimmungen wenden sich in erster Linie an Hersteller und betreffen technische Aspekte. Alle Betriebsmittel müssen nach dem Stand der Technik so konstruiert und gefertigt sein, dass die von ihnen verursachten elektromagnetischen Störungen begrenzt sind. Sie dürfen keinen Pegel erreichen, bei dem ein bestimmungsgemäßer Betrieb von Funk- und Telekommunikationsgeräten oder anderen Betriebsmitteln nicht möglich ist. Außerdem müssen sie störfest sein, d.h. bei bestimmungsgemäßem Betrieb müssen sie Störungen gegenüber hinreichend unempfindlich sein.

4. Studien: Wirkungen auf und Risiken für den Menschen

Viele Studien in Bezug auf elektromagnetische Strahlungen sind noch nicht abgeschlossen, generieren widersprüchliche Ergebnisse oder wurden noch nicht durch Folgestudien verifiziert.

Unbestritten sind in der Regel lediglich die direkten Wirkungen – also die unmittelbar zu beobachtende Reaktionen im Körper, die nicht zwingend gesundheitliche Folgen nach sich ziehen.

⁷ Radio Equipment and Telecommunications Terminal Equipment.

Im Gegensatz dazu sind die im Laufe der Zeit auftretenden gesundheitlichen Schädigungen nicht gesichert.

Auf Grund der Funktionalität des menschlichen Körpers – ihn durchfließen unabhängig von künstlich erzeugten elektromagnetischen Felder kleinste elektrische Ströme: so leiten Nerven ihre Signale in Form von elektrischen Impulsen weiter – sind folgende direkte Wirkungen erwiesen. Es ist gesichert, dass niederfrequente elektrische und magnetische Felder die körpereigenen elektrischen Ströme beeinflussen. Es werden unterschiedliche Spannungen und Ströme erzeugt, die Reizwirkungen hervorrufen können. Wird ein bestimmter Schwellenwert überschritten, kann es zur Störung von Körperfunktionen – Nerven-, Muskel- oder Herzfunktion – kommen. Darüber hinaus kann sich bei starker Exposition auch die Körperoberfläche aufladen. Allerdings werden die Oberflächeneffekte erst bei besonders starken Feldern sichtbar: dann bewegen sich die Haare oder zwischen Haut und Kleidung funkt es; berührt man leitfähige Gegenstände, die sich im elektrischen Feld aufgeladen haben, kommt es zu einem elektrischen Schlag.

Auch hochfrequente elektromagnetische Felder rufen direkte Wirkungen im Körper hervor. Hochfrequente elektromagnetische Felder dringen in den Körper ein, werden absorbiert und in Wärme umgewandelt. Im Normalfall reguliert der Körper diese Wärme innerhalb sehr kurzer Zeit. Ab einer bestimmten Strahlungsintensität kann jedoch der Körper durch Überhitzung geschädigt werden.

Selbst wenn die gesetzlichen Grenzwerte eingehalten werden, können hoch- und niederfrequente Felder die Leistung von Herzschrittmachern und anderen medizinischen Implantaten beeinträchtigen. Außerdem gibt es wissenschaftliche Hinweise auf biologische Effekte unterhalb der Grenzwerte, die sich aber derzeit noch nicht abschließend einordnen lassen.

Neben den nachgewiesenen physischen Wirkungen ist also weiterhin umstritten, welche auch langfristig hervorgerufenen Gesundheitsrisiken oder -schäden durch elektromagnetische Strahlung hervorgerufen werden. Nach Angaben des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz NRW⁸ gab es bis 2010 noch keinen wissenschaftlichen Nachweis, dass gesundheitliche Schäden auftreten, wenn die Grenzwerte eingehalten werden. Dennoch wurde anerkannt, dass es Diskussionen und Kontroversen gibt, die Elektrosmog mit Kopfschmerzen, Konzentrationsstörungen sowie Unwohlsein und mitunter sogar mit der Entstehung von Krebs in Verbindung bringen. Diesen Befürchtungen fehle allerdings der ausreichende Beweis. Bisherige Ergebnisse deuten darauf hin, dass Symptome wie Kopfschmerzen und Unwohlsein auf Grund der Erwartung oder Überzeugung, dass etwas schädlich sei („Nocebo“-Effekt), eintreten. Gleichzeitig gibt es jedoch Hinweise, dass Funkfrequenzfelder die Gehirnaktivität oder den Schlaf beeinflussen können. Im Speziellen ist eine durch „Elektrosmog“ hervorgerufene Elektrosensibilität nicht belegt.

Das Europäische Parlament kritisiert im Zusammenhang mit der uneinheitlichen Forschungsmeinung, dass sich Studienergebnisse – umso mehr wenn sie von der EU finanziert oder mitfinanziert wurden – drastisch verzögern. Als besonders negativ auffallendes Beispiel wird die INTERPHONE-Studie angeführt, die 1998 initiiert und ab 2000 begonnen wurde. Erheblich verspätet wurden die Gesamtergebnisse erst 2010 veröffentlicht. Zwar leiteten die Autoren aus den Gesamtergebnissen kein erhöhtes Tumorrisiko durch den Gebrauch von Mobiltelefonen ab, aber insbesondere bei langfristiger, starker Mobilfunknutzung seien, ebenso wie bei den eventuellen Risiken für Kinder und Jugendliche, weitere Untersuchungen erforderlich.

Auch wenn die INTERPHONE-Studie kein erhöhtes Tumorrisiko durch elektromagnetische Strahlung annimmt, haben andere Studien mittels statistischer Methoden Zusammenhänge zwischen hoher Exposition und der Häufigkeit bestimmter Erkrankungen postuliert. So wird ein Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Leukämie und der Belastung durch Elektrosmog

⁸ Diese Bewertung wurde von Eckhard Uhlenberg (von 2005 bis 2010 Minister für Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen) gestützt.

behauptet. Die Aussagekraft dieser Studien ist jedoch insofern begrenzt, dass nur schwer beschrieben werden konnte, wie stark eine Person elektromagnetischen Feldern ausgesetzt war. Außerdem könnten Krankheiten auch andere Ursachen haben. Trotz dieser Zweifel bleiben Bedenken bestehen, dass Magnetfelder im Niederfrequenzbereich Krebs erregend sein können und möglicherweise ein vermehrtes Auftreten von Alzheimer hervorrufen. Diese Bedenken wurden bisher jedoch nicht anhand von Tierversuchen und Zellkulturexperimenten bestätigt und erklärt.

Weiteren Grund zur Besorgnis liefern neuere Studien, die darauf hindeuten, dass hochfrequente elektromagnetische Felder unterhalb der gültigen Grenzwerte das genetische Material verschiedener Zellkulturen schädigen können. Die Ergebnisse können jedoch nicht einfach auf den Menschen übertragen werden; daher ist die Bedeutung dieser Indizien für die menschliche Gesundheit noch unklar.

Festzuhalten bleibt, dass noch erheblicher Forschungsbedarf, insbesondere mit Blick auf die Langzeiteinwirkung von Elektromog, besteht, da auch eine geringe Belastung innerhalb des zeitlichen Verlaufs kumuliert wird, sich also in größere Belastungen anhäuft. Die EU nimmt eine Schlüsselrolle bei kostenintensiven Langzeitstudien ein, da sie Kooperation und Koordination motiviert und so Wiederholungen verhindert und Erkenntnisse teilt.

5. Grenzwerte: Deutscher Rechtsrahmen

In Deutschland legt die „**26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes – Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV**“ aus dem Jahr 1997 Grenzwerte für ortsfeste Sendefunkanlagen fest⁹. Dem Geltungsbereich entsprechend werden Haushaltsgeräte, Handys und mobile technische Einrichtungen vom Immissionsschutzgesetz nicht erfasst.

Der deutsche Gesetzgeber hat ausschließlich nachgewiesene Wirkungen bei der Festlegung der Grenzwerte berücksichtigt. Nicht gesicherte Effekte wurden nicht beachtet, daher ist die regelmäßige Neubewertung der Grenzwerte erforderlich. Ebenso wie die Ratsempfehlung orientieren sich die deutschen Grenzwerte an den von der ICNIRP herausgebenden Richtlinien. Der Basis-Grenzwert liegt bei der SAR bei 0,08 W/kg (Ganzkörperexposition), verwendet zur Grenzwertdefinition aber sog. "abgeleitete Grenzwerte".

Folgende Grenzwerte gelten für gewerbliche, feststehende Hochfrequenzanlagen – wie Mobilfunkmasten:

Frequenz f [MHz]	Elektrische Feldstärke*) E [V/m]	Magnetische Feldstärke*) H [A/m]
10 – 400	27,5	0,073
400 - 2.000	1,375 x f1/2	0,0037 x f1/2
2.000 - 300.000	61	0,16

Im niederfrequenten Bereich – wie Hochspannungsleitungen – gelten folgende Grenzwerte:

Frequenz f [Hz]	Elektrische Feldstärke*) E [kV/m]	Magnetische Flussdichte*) [Mikrotesla µT]
50	5	100
16 2/3	10	300

⁹ Das Mobilfunkforschungsprogramm hat im Jahr 2008 die geltenden Grenzwerte bestätigt. Die Gültigkeit der Grenzwerte wird regelmäßig von der Strahlenschutzkommission (SSK) überprüft.

Die Bundesländer sind für die Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes zuständig. Die Pflicht zur Überwachung liegt bei den Kreisen und kreisfreien Städten.

In Niedersachsen wurde 2007 das **Niedersächsische Erdkabelgesetz** vom Landtag verabschiedet. Mit diesem „Gesetz über die Planfeststellung für Hochspannungsleitungen in der Erde“ war Niedersachsen das erste Bundesland, das rechtliche Möglichkeiten für die unterirdische Verkabelung von Hochspannungsleitungen geschaffen hat. So sind in Zukunft bestimmte Mindestabstände zwischen neuen Höchstspannungsfreileitungen und Wohngebäuden zu berücksichtigen: Wo diese Mindestabstände nicht eingehalten werden können, müssen unterirdische Kabel verlegt werden.

Später wurde das „Energieleitungsausbaugesetz – EnLAG“ des Bundes (Kernstück des Gesetzes zur Beschleunigung des Ausbaus der Höchstspannungsnetze) verabschiedet, welches 2009 in Kraft getreten ist und das Erdkabelgesetz als Antragsgrundlage ablöste. Mit dem EnLAG wurde erstmalig bundesrechtlich für vier Pilotprojekte in Deutschland die Teilerdverkabelung als Ausbaumöglichkeit eingeführt - drei dieser Pilotprojekte liegen in Niedersachsen, wovon eins nach Nordrhein-Westfalen führt: das Leitungsbauprojekt von Diele (Niedersachsen) zum Niederrhein (Nordrhein-Westfalen).

Zunächst waren die Teilverkabelungsmöglichkeiten im EnLAG in Form einer „Kann“-Bestimmung geregelt, die von den Netzbetreibern aber kaum genutzt wurde. Durch eine Neuregelung Anfang des Jahres 2011 können die Genehmigungsbehörden Teilverkabelungen anordnen: bei Siedlungen gilt ein Abstand von weniger als 400 Metern und bei Einzelwohngebäuden von weniger als 200 Metern.

6. Elektromog und das Ruhrgebiet

Auch die Bürgerinnen und Bürger im Ruhrgebiet setzen sich mit der Elektromog-Problematik auseinander. Verschiedene Volkshochschulen haben in der Vergangenheit Kurse über elektromagnetische Felder und ihre Wirkungen angeboten. Private Vereine befassen sich ebenso mit dem Thema und bieten öffentliche Vorträge an. So veranstaltete der Naturheilverein Ruhrgebiet am 12.04.2011 in Herten den Vortrag „Was ist Elektromog – und macht er krank?“.

In letzter Zeit hat die Dortmunder „Anwohnerinitiative gegen die Gefahren der Hochspannungsleitungen im Wohngebiet Do-Süd“ einige mediale Aufmerksamkeit erlangt. Anwohner dokumentieren Fälle von Schlafstörungen, Nerven- und Krebserkrankungen im Zusammenhang mit einer im Jahr 1937 errichteten Hochspannungsleitung und fordern eine Stellungnahme vom Betreiber RWE.

7. Erneuerbare Energie, Stromleitungen und elektromagnetische Felder

Insbesondere seit den tragischen Ereignissen rund um das Atomkraftwerk Fukushima findet sich eine wachsende Mehrheit, die den Atomausstieg Deutschlands befürwortet. Damit jedoch nach einem Atomausstieg die Stromversorgungssicherheit gewährleistet bleibt, sind zwischen 1700 und 3600 Kilometer – Schätzung der Deutschen Energieagentur¹⁰ – neue Hochspannungsleitungen nötig. „Saubere“ Energie wird vor allem in dünn besiedelten ländlichen Gebieten produziert, so dass die Energie zu den Verbraucherinnen und Verbrauchern befördert werden muss. Anwohnerinnen und Anwohner betrachten den Erhalt und die Errichtung von Hochspannungsleitungen jedoch auf Grund der Elektromog-Problematik mit wachsender Sorge.

Schon jetzt – also ohne weitere, neue Anlagen, die erneuerbare Energien produzieren – gibt es Netzengpässe. So müssen bei gutem Wind Anlagen abgeschaltet werden. Geschätzt wurde so in den letzten drei Jahren Strom im Wert von 12 Millionen Euro nicht generiert.

¹⁰ dena-Netzstudie II: Integration erneuerbarer Energien in die deutsche Stromversorgung im Zeitraum 2015-2020 mit Ausblick auf 2025: <http://www.dena.de/themen/thema-esd/projekte/projekt/dena-netzstudie-ii/>

Diskussionsgegenstand in Bezug auf den Ausbau der Stromleitungen ist, ob eine alternative Erdverkabelung – anstelle der oberirdischen Hochspannungsleitungen – zumindest in der Nähe von Siedlungen und Wohngebäuden möglich ist (Vgl. hierzu die rechtlichen Bestimmungen in Deutschland unter Punkt 5).

Problematisch ist, dass Freileitungen – also oberirdische Hochspannungsleitungen – kostengünstiger zu verlegen und zu betreiben sind als Erdkabel; daher favorisieren insbesondere Stromkonzerne die oberirdischen Freileitungen. Verschiedene Schätzungen beziffern die Kosten für eine flächendeckende Erdverkabelung auf bis zu 55 Milliarden Euro; die Kosten bei Freileitungstrassen werden auf sechs Milliarden Euro geschätzt. Allerdings gibt es auch andere Studien, die keine wesentlichen Mehrkosten für die Verlegung von Erdkabeln erkennen. Bei der Berechnung der Kosten muss berücksichtigt werden, dass unterschiedliche Spannungen auf Grund der verwendeten Technik unterschiedliche Kosten verursachen. Stromleitungen mit Mittelspannung (20 kV) werden schon jetzt überwiegend als Erdkabel verlegt. Bei der Hochspannung (110 kV) erfolgt die Verlegung als Freileitung aber auch als Erdkabel; die Kostendifferenz ist gering. Im Bereich der Hochspannung (220 kV / 380 kV) sind Freileitungen bisher Standard. Erdkabel sind auf Grund der anspruchsvollen Technik bedeutend teurer. Gerade diese aufwendigeren Kabel werden aber für den Energietransport benötigt.

Vorteil der Erdkabel ist, dass sie im Gegensatz zu Freileitungen nicht wahrgenommen werden; daher stören sie weniger das Landschaftsbild und werden von der Bevölkerung eher akzeptiert. Allerdings ist die Verlegung von Erdkabeln aus technischer Sicht komplizierter und bei Störungen muss vor der Reparatur erst ein Loch gegraben werden. Zudem hinterlässt die Erdkabelverlegung eine ungefähr 22 Meter breite Schneise durch die Landschaft, die erhalten bleiben muss, damit Wurzeln nicht den Schacht beschädigen oder für Reparaturen schwerer zugänglich machen. Auch eine Erwärmung des Erdreichs durch die Hochspannungskabel kann negative Umweltauswirkungen nach sich ziehen. Aus Sicht von Umweltverbänden können durch Erdkabelverlegung im Vergleich zu Freileitungen Eingriffe in die Natur nicht minimiert werden.

Ob aber tatsächlich durch die Erdkabel mehr Strahlenschutz gewährleistet ist, hängt vom Einzelfall ab. Zwar treten keine elektrischen Felder auf, allerdings sind die magnetischen Felder oberhalb von Erdkabeln genauso stark wie unterhalb einer Freileitung. Dieser Umstand ist besonders problematisch, da die magnetischen Felder mit dem Auftreten von Leukämie bei Kindern¹¹ in Verbindung gebracht werden. Zudem steht dem technischen Vorteil der Erdkabel – geringere Übertragungsverluste – gegenüber, dass unterirdische Kabel einen zusätzlichen Aufwand für die Betriebssicherheit erfordern.

Weil die Bevölkerung die Erdkabel eher akzeptiert, verlaufen allerdings Genehmigungsverfahren für die Verlegung von Erdkabeln schneller als bei oberirdischen Leitungen: im Schnitt dauern die Verfahren bei Erdkabeln zwei Jahre. Die Verfahren für die Genehmigung von Überlandleitungen können in Deutschland – vor allem auf Grund von Anwohnerklagen – acht bis zehn Jahre betragen.

Neben der Möglichkeit, neue Leitungen zu verlegen, kann durch Auslegung technischer Parameter die elektromagnetische Strahlung vermindert werden. So hängen die elektrische und magnetische Feldstärke von der Masthöhe, der Anordnung der einzelnen Leiterseile, der Betriebsspannung der Leitung und dem elektrischen Strom in den einzelnen Leiterseilen ab. Allerdings kann eine Optimierung, die zu weniger Strahlung führt, zu einer geringeren Übertragungsleistung, einer Verringerung der Betriebssicherheit und Verstößen gegen den Landschaftsschutz führen.

¹¹ Hier sei noch einmal darauf verwiesen, dass entsprechende Studien keinen kausalen Zusammenhang zwischen Elektromog-Belastung und Auftreten der Krankheiten nachweisen konnten.

8. Weitere Umweltauswirkungen

Die Wirkungen der künstlichen Felder auf Umwelt, Pflanzen und Tiere sind nicht ausreichend erforscht. Da Erkenntnisse zum Einfluss der elektromagnetischen Felder auf die Umwelt ausschlaggebend sind, um sicherzustellen, dass „Elektrosmog“ keine Auswirkung auf die Gesamtheit der Ökosysteme hat, sind Umweltauswirkungen weiterhin im Interesse der Forschung und Politik.

Nach Berücksichtigung des begrenzten Wissensstands über die Einflüsse von elektromagnetischen Feldern auf die Umwelt kann bisher nur vermutet werden, dass „Elektrosmog“ keine gravierenden Wirkungen auf die Ökosysteme hat. Der Wissensstand über Effekte auf einzelne Lebewesen, Pflanzen und sonstige Organismen ist für eine genaue Einschätzung allerdings zu gering. Zwar wurden bisher einzelne Effekte nachgewiesen, ob sie aber gefährlich für den Fortbestand der Ökosysteme sind, kann bisher nicht belegt oder widerlegt werden. Künstliche Störfelder scheinen einen meist geringen Einfluss auf das Jagdverhalten, die Orientierung und die Navigation von Lebewesen zu haben. Wenn jedoch die festgelegten Grenzwerte überschritten werden, kann es bei bestimmten Tierarten durch Überhitzung zu Geburtsschäden kommen.

Viele Untersuchungen haben „nur“ den Einfluss auf einzelne Tierarten als Untersuchungsgegenstand und beschränken sich häufig entweder auf nieder- oder hochfrequente Felder. Im Bereich der hochfrequenten Felder steht vor allem der Mobilfunk im Fokus des Interesses. Problematisch bei einigen Studien ist, dass Einzelfallbeobachtungen objektiviert werden und somit die als allgemeingültig postulierten Ergebnisse fragwürdig sind.

Forschungsergebnisse im Bereich der **Hochfrequenz** liegen für verschiedene Tierarten vor. Der Frage, ob Mobilfunk für **Rinder** schädlich ist, wurde in den „Untersuchungen zum Einfluss elektromagnetischer Felder von Mobilfunkanlagen auf Gesundheit, Leistung und Verhalten von Rindern“ in den Jahren 1998 bis 2000 in Bayern und Hessen nachgegangen. Es wurden keine Auffälligkeiten bei Milchleistung, Fruchtbarkeit und Ausschüttung von Schlafhormonen erkannt. Bei **Vögeln** wurde in Spanien und Belgien die Abnahme von Spatzen bzw. eine verminderte Reproduktionsfähigkeit von Weißstörchen postuliert. In Deutschland wurden von den Landesbehörden für Umweltschutz keine vergleichbaren Beobachtungen gemeldet. Obwohl Vögel das Erdmagnetfeld wahrnehmen und sich danach orientieren, stört der Mobilfunk diese Wahrnehmung anscheinend nicht.¹² Im Rahmen des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms wurden auch Studien an **Labornagetieren** durchgeführt; auch hier wurden keine Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder nachgewiesen. Für **Fledermäuse** wurde vereinzelt gemeldet, dass diese durch elektromagnetische Felder von Mobiltelefonen oder Basisstationen gestört würden, so dass Schutzmaßnahmen etabliert wurden. Da bekannt ist, dass **Bienen** sich nach dem Erdmagnetfeld orientieren, wurde auch hier der Einfluss hochfrequenter Felder untersucht. Hsu und Li haben in ihren Untersuchungen festgestellt, dass die Rückkehr der Bienen zu ihrem Stock durch hochfrequente Felder gestört wird. Dieses Ergebnis wird mitunter jedoch als nicht drastisch interpretiert. Die Auswirkung hochfrequenter Strahlung auf **Pflanzen** wird in der Elektrosmog-Forschung ebenfalls thematisiert. So wurden in mehreren in der Schweiz durchgeführten Untersuchungen keine negativen Einflüsse durch Radio- und Fernsehübertragung auf Fichten, Tannen und Buchen festgestellt. Bisher durchgeführte Laborstudien mit Pflanzen lassen darauf schließen, dass es möglich ist, dass Pflanzen auf hochfrequente, elektro-magnetische Felder physiologisch reagieren können, schädliche Effekte seien aber nicht zu erwarten.

Im Bereich der **niederfrequenten Felder** wurden bisher vor allem Meeres- und Säugetiere aber auch Pflanzen auf Wirkungen und Folgeschäden untersucht. Einige **Meerestiere** – wie Haie und Fische – nehmen Magnetfelder wahr. Unterseekabel zur Übertragung von elektrischer Energie

¹² Ritz T., Thalau P., Phillips J.B. et al. (2004): Resonance effects indicate a radical-pair mechanism for avian magnetic compass. Nature 429(6988):177-180.

können diese Wahrnehmung stören. Nur wenige **Säugetiere** – wie Nager oder Fledermäuse – können sich nach dem Erdmagnetfeld orientieren. Diese Orientierung kann eventuell gestört werden. Auf Grund einer Auswertung von Satellitenbildern stellten die Biologen Burda, Begall und Neef fest, dass Rinder und Rehe sich im Freien bevorzugt in Nord-Süd Richtung ausrichten. Die Biologen vermuten, dass sich die Tiere mittels eines magnetischen Sinnes, der noch nicht im Körper der Tiere lokalisiert werden konnte, ausrichten. Die präferierte Ausrichtung sei in der Nähe von Hochspannungsleitungen gestört. Einflussfaktoren wie Sonne, Wärme oder Wind wurden diskutiert, aber bei der Auswertung nicht einbezogen. Bei bestimmten **Pflanzenarten** wurde sowohl ein wachstumsfördernder als auch ein wachstumshemmender Einfluss postuliert.

Weiterführende Informationen:

Deutschland

Informationen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit:

- Niederfrequente Felder wie Hochspannungsleitungen:
http://www.bmu.de/strahlenschutz/emf_mobilfunk/niederfrequente_felder/doc/print/41287.php.
- Hochfrequente Felder wie Mobilfunk:
http://www.bmu.de/strahlenschutz/emf_mobilfunk/hochfrequente_felder/doc/print/41288.php.

Deutschsprachiges Informationssystem (Bundesamt für Strahlenschutz und des Forschungszentrums für Elektro-Magnetische Umweltverträglichkeit des Universitätsklinikums der Technischen Hochschule Aachen: <http://www.emf-portal.de/>

Internetauftritt der Niedersächsischen Staatskanzlei - Thema Höchstspannungsleitungen:
<http://www.netzausbau-niedersachsen.de/>

Europa

Informationsseite der Kommission (GD Gesundheit und Verbraucher) - insbesondere Dokumente, Publikationen, Links, Forschungsergebnisse:
http://ec.europa.eu/health/electromagnetic_fields/policy/index_de.htm.

Text der Ratsempfehlung 1999/519/EG: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1999:199:0059:0070:DE:PDF>.

Kommissionszusammenfassung (Stand 2009): Gesundheitliche Auswirkungen elektromagnetischer Felder: <http://ec.europa.eu/health/opinions2/de/elektromagnetische-felder/index.htm>.

International

Internetauftritt der "International Commission on Non-Ionising Radiation Protection" (ICNIRP): <http://www.icnirp.org/what.htm>.

Internetauftritt der Weltgesundheitsorganisation (WHO) zum Thema Elektromagnetische Felder:
<http://www.who.int/peh-emf/en/>