

Ausbau des Stromnetzes aus der Sicht des Strahlenschutzes

Einführung

Deutschlands Energiewende hin zu einer Elektrizitätserzeugung aus erneuerbaren Quellen macht den Ausbau und die Verstärkung des Stromnetzsystems notwendig. Der produzierte Strom aus Photovoltaikanlagen und Windparks muss abtransportiert und verteilt werden. Dieser Netzausbau führt zu erheblichen Diskussionsprozessen in verschiedenen Bereichen von Politik und Gesellschaft. Dabei werden technische Alternativen wie Freileitungen oder Erdkabel, Wechselstrom oder Gleichstrom thematisiert, aber auch Möglichkeiten zur Immissionsminderung und Grenzwerte und Vorsorgemaßnahmen im Strahlenschutz. Das Bundesamt für Strahlenschutz setzt sich im Interesse der betroffenen Bürgerinnen und Bürger dafür ein, dass die Fragen des Strahlenschutzes angemessen und frühzeitig berücksichtigt werden.

Messtechnik – Dosimetrie

Grundlagen: Wechselstrom, Gleichstrom

Als der Aufbau der Stromnetze Anfang des 20. Jahrhunderts begann, ließen sich Hochspannungsnetze technisch nur mit Wechselstrom betreiben. Im Unterschied zum Gleichstrom ändert der Wechselstrom regelmäßig die Fließrichtung, in Westeuropa 100 Mal pro Sekunde. Dies ergibt eine Frequenz von 50 Hertz (Hz).

In der Steckdose zu Hause kommt der Strom mit einer Spannung von 230 Volt (V) an. Für den Transport dorthin werden jedoch weit höhere Spannungen verwendet. Bis zu 380 000 V (380 kV) transportieren die Überlandleitungen für den Stromtransport von den Kraftwerken zu den Städten und Ballungsgebieten.

Hohe Spannungen sind für die Übertragung elektrischer Energie günstiger als niedrige, weil bei hohen Spannungen weniger Energie durch Leiterwiderstände verloren geht. Allerdings lässt sich die Höhe der Spannung nicht unbegrenzt steigern. Die Spannung auf einer Leitung wird daher jeweils nach der Länge der Übertragungsstrecke und der bei den Stromempfängern benötigten Leistung berechnet.

Wechselstromspannungen und ihre Verwendung			
Bezeichnung		Spannung	Anwendung
Niederspannung		bis 1 kV	230/400 Volt; Haus- und Gewerbeanschlüsse
Hochspannung	Mittelspannung	über 1 kV	10 Kilovolt, 20 Kilovolt, 30 Kilovolt; örtliche/überörtliche Verteilnetze, Versorgung von Ortschaften und Industrie
	Hochspannung	über 30 kV (die Grenze	110 kV;

		ist nicht einheitlich definiert)	Anschluss kleinerer Kraftwerke; regionale Transportnetze, Versorgung von Städten und Großindustrie
	Höchstspannung	über 150 kV (die Grenze ist nicht einheitlich definiert)	220 und 380 kV; Anschluss von Großkraftwerken; überregionale Transportnetze, Stromhandel

Quelle: BfS

Heute ist es möglich, Hochspannungsnetze auch mit Gleichstrom zu betreiben. Dabei wird der Energieverlust vermieden, der bei Wechselstrom durch den Wechsel der Fließrichtung entsteht. Besonders für lange Transportstrecken ist die Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) daher eine energetisch sinnvolle Alternative zur Wechselstromtechnik. Sie wird in Westeuropa bislang hauptsächlich zur Stromübertragung per Seekabel eingesetzt, es sind jedoch auch längere Gleichstromstrecken von Hochspannungsleitungen und Erdkabeln mit Gleichstrom geplant. Kurze Strecken sind bereits in Norddeutschland in Betrieb.

Grundlagen: elektrische Felder



Elektrisches Feld; Quelle: BfS

Elektrische Ladungen üben Kräfte aufeinander aus. Gleichnamige Ladungen stoßen sich ab, ungleichnamige Ladungen - also positive und negative - ziehen sich an. Zwischen unterschiedlich geladenen Körpern baut sich ein elektrisches (Kraft-)Feld auf, dessen Stärke in der Maßeinheit Volt pro Meter (V/m) angegeben wird. Die Feldstärke hängt vor allem von der Ladung der Körper (Potentialunterschied) und vom Abstand der Körper zueinander ab.

Elektrische Felder werden vom Erdreich und von Baumaterialien gut abgeschirmt. Deshalb spielen sie bei Erdkabeln keine Rolle, treten aber im Freien in der Umgebung von Hochspannungsleitungen auf. Die elektrische Feldstärke hängt vor allem von der Betriebsspannung einer Leitung ab.

Auch von Gleichstromleitungen gehen statische elektrische Felder aus. Anders als die von Wechselstrom erzeugten niederfrequenten Felder sind sie zeitlich annähernd konstant und wechseln nicht fortlaufend ihre Richtung. Längere Hochspannungs-Gleichstromleitungen sind in Deutschland erst in der Planung. Daher liegen Messwerte aus der Umgebung der Leitungen noch nicht vor.

Direkt an der Oberfläche spannungsführender Teile von Hochspannungsfreileitungen (Wechselstrom oder Gleichstrom) treten sehr hohe elektrische Feldstärken auf. Dadurch

können sich Luftmoleküle elektrisch aufladen. Diese Hülle aus elektrisch geladenen Teilchen um die Leitung wird als „Korona“ bezeichnet. Bei Regen, Schnee oder feuchtem Wetter kann es zu störenden Geräuschen kommen, die durch die sogenannten „Koronaentladungen“ entstehen. Zu hören ist ein Knistern, das von einem brummenden Dauerton begleitet sein kann. In der Korona können geringe Mengen an Ozon und Stickoxiden entstehen und Schadstoffe in der Luft können ihren elektrischen Ladungszustand ändern. Mit dem Wind können diese Stoffe verfrachtet werden. Bei Wechselstromleitungen können die entstandenen positiv und negativ aufgeladenen Moleküle durch deren räumliche Nähe schneller neutralisiert werden als bei Gleichstromleitungen. Als Folge davon können die Ladungswolken an HGÜ-Leitungen sich weiter ausdehnen bzw. länger erhalten bleiben, als bei den herkömmlichen 50 Hz-Leitungen.

Ein natürliches elektrisches Feld ist das Schönwetterfeld der Erde, das zwischen der Ionosphäre (elektrisch gut leitende atmosphärische Schicht in 70 km Höhe) und dem Erdboden besteht. Es hat eine Potentialdifferenz (Spannungsdifferenz) von bis zu 300 kV. Dadurch entsteht ein statisches elektrisches Feld, das je nach Jahreszeit und Wetter eine Feldstärke von ca. 130 bis 270 V/m aufweist. Bei Gewittern können noch weit höhere Feldstärken von bis zu 20.000 V/m auftreten, mit Spitzen bei der Blitzauslösung von bis zu 300.000 V/m.

Grundlagen: magnetische Felder



Durch Strom verursachtes magnetisches Feld; Quelle: BfS

Wenn elektrische Ladungen durch Leitungen bewegt werden, das heißt, wenn Strom fließt, entsteht um den Leiter herum ein Magnetfeld. Je größer die Stromstärke wird, desto höher ist auch die magnetische Feldstärke.

Ändert der Strom fortlaufend seine Richtung wie beim technisch erzeugten 50-Hz-Wechselstrom, so wird auch das Magnetfeld im gleichen Rhythmus verändert - wir haben es mit einem magnetischen Wechselfeld der gleichen Frequenz zu tun.

Ursache von Magnetfeldern sind bewegte elektrische Ladungen (Stromfluss) oder Dauermagnete. Wie das elektrische Feld ist auch das magnetische Feld ein Kraftfeld. Es kann Kräfte auf andere Magnete oder auf bewegte Ladungen ausüben. Die Stärke des Felds wird in der Maßeinheit Ampere pro Meter (A/m) angegeben. Oft wird statt dieser Größe auch die sogenannte "magnetische Flussdichte" in der Einheit Tesla (T) zur Beschreibung verwendet. Wenn ein Stromfluss Ursache eines Magnetfelds ist, dann hängt die Magnetfeldstärke vor allem von der Stromstärke und vom Abstand zum Stromleiter ab.

Elektrische Gleichströme sind dagegen von statischen Magnetfeldern umgeben, weil die Feldkräfte zeitlich konstant bleiben. Ein natürliches Magnetfeld ist zum Beispiel das

Erdmagnetfeld. Es kann als statisches Feld bezeichnet werden, weil signifikante Feldstärkeänderungen nur in sehr großen Zeiträumen stattfinden (einige tausend Jahre).

Magnetfelder sind im Gegensatz zu elektrischen Feldern nicht leicht abzuschirmen. Selbst Hauswände werden von Magnetfeldern durchdrungen, ebenso wie organisches Gewebe und der menschliche Körper. Nur spezielle metallische Abschirmungen können bei Magnetfeldern eine nennenswerte Wirkung entfalten.

Bereits seit etwa 1000 Jahren werden zum Nachweis von Magnetfeldern magnetische Materialien genutzt - meist Metalle -, die sich als Kompassnadel oder Pfeilzeiger in Richtung der magnetischen Pole der Erde ausrichten.

Übertragungswege: Freileitung, Erdkabel, Gasisolierte Leitungen, Anlagen und die davon ausgehende Feldbelastung

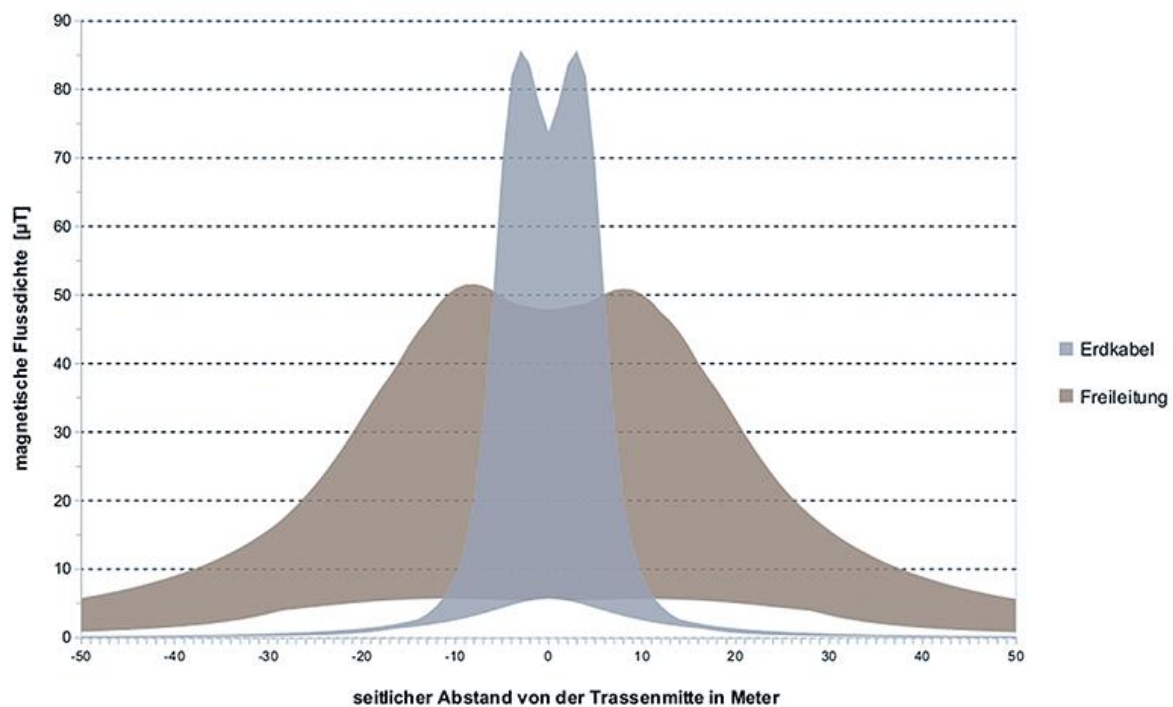
Befasst man sich mit dem Thema Netzausbau, kommt man um die Auseinandersetzung mit den technischen Möglichkeiten nicht herum. Die Versorgungssicherheit Deutschlands muss auch in Zeiten sowohl zu geringer als auch zu hoher Einspeisung von erneuerbarer Energien gewährleistet sein. Diese Einspeisungen kommen zum Beispiel von Offshore- und Onshore-Windparks und müssen ins Netz integriert werden. Der Strom wird zu Lastschwerpunkten transportiert und auch Pumpspeicherprojekte werden ans Netz angebunden.

Unterschiedliche Mastbauformen sind notwendig, um die verschiedenen, zum Teil konkurrierenden Anforderungen wie Immissionsminderung, Arbeitssicherheit und Versorgungssicherheiten aufeinander abzustimmen.

Hochspannungsleitung für Wechselstrom: Die Spannung zwischen den Leitern und dem Erdboden ruft ein elektrisches Feld hervor. Fließt ein Strom, entsteht um die Leiter zusätzlich ein magnetisches Feld. Beide Felder sind direkt unter den Leitern am größten.

Erdkabel: Ein Vorteil der Erdkabel ist, dass die Kabelisolierungen und das umgebende Erdreich die elektrischen Felder von der Umgebung abschirmen und die magnetischen Flussdichten zu den Seiten hin schneller abnehmen als bei Freileitungen. Über den Erdkabeln sind die auftretenden Magnetfeldstärken jedoch vergleichbar mit jenen unter Freileitungen.

Erdkabel sind nicht unumstritten und in einem im Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG) festgelegten Erdkabel-Pilotprojekt beschrieben. Divergierende Interessenlagen zwischen Bürgerinitiativen (pro Erdkabel) und Landwirten (fürchten größere Nachteile wegen der Erdverdichtung durch schwere Maschinen bei Verlegung der Kabel) treffen aufeinander. Eine Verlegung von Erdkabel im hügeligen Gelände ist nur mit äußerst großen Aufwand möglich. Mehrkosten für die teureren Erdkabel sind in den meisten Fällen für die Stromnetzbetreiber nicht umlagefähig und daher werden bisher vorzugsweise Erdkabel verlegt.



Schematische Darstellung der magnetischen Flussdichte an 380 kV Wechselstrom-Freileitungen und Erdkabeltrassen - gezeigt sind Höchstwerte, die unter maximalen Betriebsbedingungen an den untersuchten Trassenabschnitten zu erwarten sind; Grenzwert für die Magnetische Flussdichte für Hochspannungsleitungen: 100 μT ; Quelle: BfS

HGÜ: In der Umgebung von Hochspannungs-Gleichstrom-Leitungen (HGÜ-Leitungen) treten statische elektrische und magnetische Felder auf. Die Feldstärken in der Umgebung der einzelnen technischen Einrichtungen hängen von mehreren konstruktions- und betriebstechnischen Parametern und von den Abständen zur Anlage ab. Sie können nicht allgemeingültig angegeben werden, sondern müssen für den Einzelfall bestimmt werden. Man nimmt an, dass die statischen Magnetfelder von HGÜ-Leitungen in unmittelbarer Trassennähe in etwa die Größenordnung des natürlichen Erdmagnetfeldes erreichen werden. Dieses hat in Deutschland eine Flussdichte von etwa 45 Mikro-Tesla (μT). Über die elektrischen Feldstärken von HGÜ-Freileitungen liegen noch wenige Informationen vor; für sie gilt allerdings auch keine Grenzwertbeschränkung, da statische elektrische Felder nicht in den Körper eindringen und keine gesundheitlichen Wirkungen bekannt sind. Die Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung wird den Netzausbau auf längeren Transportstrecken unterstützen, ist jedoch derzeit noch schwierig zu vernetzen. Diese Alternative zur Wechselstromtechnik wurde bisher hauptsächlich zur Stromübertragung per Seekabel über Strecken von bis zu mehreren hundert Kilometern eingesetzt.

Konverteranlagen (Stationen, in denen der Strom transformiert wird): Bei Konverteranlagen sind die höchsten statischen beziehungsweise niederfrequenten Magnetfelder im Bereich der zu- und abführenden Leitungen zu erwarten. In der Umgebung der Drehstromleitungen treten magnetische Wechselfelder in der gleichen Größenordnung auf wie bei anderen Hochspannungsleitungen. Die Konvertereinhausungen schirmen die von den jeweiligen Anlagenteilen hervorgerufenen elektrischen Feldkomponenten ab. Bei den Konvertern gehen von der Gleichstromseite ebenfalls statische elektrische und magnetische Felder aus. An den Drehstromanschlussleitungen treten vor allem zeitliche Wechselfelder mit der

Stromnetzfrequenz 50 Hertz auf. Darüber hinaus können in den Konvertern elektrische und magnetische Felder bei anderen Frequenzen entstehen.

Gasisolierte Leitungen (GIL): Sie bieten den Vorteil, dass die Magnetfeldemissionen – gemäß Herstellerangaben – nur sehr gering sind. Die elektrischen Felder sind abgeschirmt. Gasisolierte Übertragungsleitungen bestehen aus einem Aluminiumleiter, der in einem Aluminiumrohr geführt wird. Zur Isolierung wird das Rohr mit Schwefelhexafluorid, einem der stärksten Treibhausgase, befüllt. Die Montage ist sehr aufwändig und teuer und es besteht keine Betriebserfahrung bei Verlegung im Boden.

Gesundheit – Biologie

In der Regel erzeugen elektrische Hausinstallationen und elektrische Geräte, die mit niedriger Spannung betrieben werden, den Hauptanteil der uns umgebenden Felder. Wichtig ist: Je weiter Hoch- oder Höchstspannungsleitungen, elektrische Geräte und Leitungen der Hausinstallation entfernt sind, desto schwächer sind die Felder. Bei Hochspannungsleitungen ist dieser Abstand einhaltbar, bei Elektrogeräten wie einem Haarfön nicht. Die Feldbelastung bei Freileitungen und bei Erdkabeln nimmt quadratisch mit dem Abstand ab, d.h. sie nimmt schneller ab als der Abstand.

Natürliche elektrische Felder im Körper

In allen Lebewesen, also auch im Menschen, befinden sich zahlreiche elektrisch geladene Teilchen. Ihre Bewegung führt zu elektrischen Feldern und Strömen. Bei vielen Stoffwechselvorgängen werden elektrisch geladene Teilchen verschoben und Nerven leiten ihre Signale in Form von elektrischen Impulsen weiter. Auch das Herz ist elektrisch aktiv. Die körpereigenen Vorgänge können Ärzte zum Beispiel im Elektrokardiogramm (EKG) oder im Elektroenzephalogramm (EEG) messen. Die natürlichen Feldstärken im Körper liegen im Mittel im Bereich von 5 bis 50 mV/m.

Wirkung externer elektrischer Felder

Niederfrequente Felder der Stromversorgung (50 Hz) können im menschlichen Körper zusätzliche elektrische Felder und Ströme erzeugen. Ab einer Stärke von 50 mV/m (im Körper) können diese Felder die natürlichen Funktionen des Körpers beeinflussen. Es werden Lichtblitze im Auge wahrgenommen und bei größeren Feldstärken (ab ca. 2 V/m) können Nerven und Muskeln gereizt werden. Die Grenzwerte sind so festgelegt, dass die im Körper erzeugte elektrische Feldstärke 20 mV/m nicht übersteigt. Davon abgeleitet werden die gut messbaren elektrischen und magnetischen Feldstärken für die maximal zulässigen, von außen auf den Körper einwirkenden Immissionen von ortsfesten Anlagen.

Die Grenzwerte sind so festgelegt, dass die nachgewiesenen gesundheitsrelevanten Wirkungen sicher vermieden werden.

Die Frage zur gesundheitlichen Relevanz von Koronaionen ist nicht abschließend geklärt. Offen ist die Frage, ob Luftmoleküle bzw. Luftschadstoffe vom menschlichen Körper stärker aufgenommen werden, wenn sie geladen sind. Die Resorption über die Haut wird aus medizinischer Sicht als vernachlässigbar eingeschätzt. Die Möglichkeit einer erhöhten Resorption über die Atemwege wurde in einigen Modellrechnungen und wissenschaftlichen Analysen näher untersucht: Schadstoffe aus der Luft, v.a. Tabakrauch, aber auch Radon, dessen Abbauprodukte und auch Autoabgase können das Risiko erhöhen, an Herz- Atemweg-Erkrankungen und Lungenkrebs zu erkranken. Die Resorption von Luftschadstoffen und deren Verteilung im Atemtrakt hängen vor allem von der Partikelgröße ab. Ob der Ladungszustand der Schadstoffpartikel die Resorptionsrate erhöht und wenn ja,

in welchen Lungenbereichen, ist nur schwer abzuschätzen. Die Analyseergebnisse und Modellbetrachtungen einer neueren Studie sprechen gegen die These, dass Koronaionen die Resorption partikelförmiger Luftschadstoffe in der Lunge begünstigen. Insgesamt betrachtet ist ein durch Ionisierung *zusätzlich* erhöhtes Gesundheitsrisiko von Luftschadstoffen als unwahrscheinlich oder sehr klein einzuschätzen. Die Datenlage ist hier aber relativ schwach, so dass weitere Forschung zur Verringerung der Unsicherheiten angestrebt wird.

Wirkung externer magnetischer Felder

Auch externe Magnetfelder könnten elektrische Ströme in unserem Körper erzeugen, wenn ihre Größe nicht durch Grenzwertbestimmungen limitiert wäre. Bei Wechselstromleitungen liegt der Grenzwert bei 100 μT .

Neben den nachgewiesenen Wirkungen auf das Nervensystem wird ein möglicherweise bestehendes, erhöhtes Risiko für Leukämie im Kindesalter diskutiert, für das in epidemiologischen Beobachtungsstudien ein schwacher, aber statistisch signifikanter statistischen Zusammenhang mit relativ niedrigeren Feldstärken (weit unterhalb der Grenzwerte) besteht. Ein ursächlicher Zusammenhang konnte bis heute nicht nachgewiesen werden.

Wirkung externer statischer elektrischer und magnetischer Felder

Für von Gleichstromleitungen ausgehende statische elektrische Felder, wie sie in üblichen Expositionssituationen auftreten, sind keine gesundheitlichen Gefahren nachgewiesen.

Auch die von Gleichstromleitungen ausgehenden statischen magnetischen Felder sind in üblichen Expositionssituationen im Bereich des natürlichen Erdmagnetfelds und damit unbedenklich. Der Grenzwert von 500 μT für statische Magnetfelder ist so gewählt, dass Störbeeinflussungen von Herzschrittmachern ausgeschlossen werden.

Risikokommunikation, Grenzwerte und Vorsorge

Trotz der Möglichkeit, dass Bürgerinnen und Bürger sich von Anfang an bei der Planung einer neuen Trasse mit einbringen können, kommt es immer noch zu einem sogenannten Partizipationsparadox: Je weiter das Verfahren fortschreitet, je konkreter es wird, desto größer werden das Interesse, das Engagement und vielleicht auch die Besorgnis, während die Spielräume immer kleiner werden. Und am Ende, wenn Entscheidungen getroffen, Fristen abgelaufen und Verträge geschlossen sind, dann erst beginnen viele betroffene Bürger zu diskutieren, ob genau diese, ihn persönlich betreffende Leitung überhaupt nötig ist und wenn ja, ob es seine Gesundheit gefährdet. Irgendwann müssen jedoch verbindliche Entscheidungen getroffen und vertreten werden, auch wenn sie nicht von allen Betroffenen mitgetragen werden können.

Fragen des Strahlenschutzes müssen beim Ausbau des Stromnetzes von Anfang an berücksichtigt werden. Gesetzliche Grenzwerte schützen vor nachgewiesenen gesundheitlichen Wirkungen. Vorsorgemaßnahmen ergänzen die Grenzwerte im Hinblick auf wissenschaftliche Unsicherheiten und diskutierte, aber nicht nachgewiesene Wirkungen. Für die statischen Magnetfelder wurde der Grenzwert so festgelegt, dass auch Beeinflussungen von Implantaten vermieden werden. Für statische elektrische Felder wurde kein Grenzwert

festgelegt. Für die niederfrequenten Felder mit der Wechselstromfrequenz 50 Hz und für alle weiteren Frequenzen sind in der novellierten 26.BImSchV ebenfalls Grenzwerte enthalten (siehe Tabelle).

Grenzwerte für Niederfrequenz- und Gleichstromanlagen gemäß der 26. Bundes-Immissionsschutz-Verordnung über elektromagnetische Felder (26. BImSchV)

Frequenz f (Hz)	Elektrische Feldstärke E (kV/m)	Magnetische Flussdichte B (µT)
0	-	500 ^a
25-50	5	200 ^b

^a Seit der Novellierung der 26. BImSchV im August 2013 sind erstmals auch Immissionen von Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsanlagen (HGÜ) gesetzlich geregelt. Die Begrenzung ist so gewählt, dass Störbeeinflussungen von elektronischen Implantaten durch statische Magnetfelder vermieden werden.

^b Niederfrequenzanlagen mit einer Frequenz von 50 Hertz (das heißt Anlagen der Stromversorgung) dürfen die Hälfte des Grenzwerts der magnetischen Flussdichte nicht überschreiten. Das heißt, für diese Anlagen gilt weiterhin der bisherige Grenzwert von 100 Mikrottesla.

Quelle: BfS

Grenzwert - Elektrische Felder

Unter 380 kV-Wechselstrom-Freileitungen (Höchstspannungsleitungen) können Feldstärken auftreten, die über dem Grenzwert für niederfrequente elektrische Felder liegen. Dieser Grenzwert gilt verbindlich nur für Orte, an denen sich Menschen längere Zeit aufhalten können, wie zum Beispiel Wohngrundstücke oder Schulhöfe. Maßgeblich ist, wie der Ort üblicherweise genutzt wird. Bei Hoch- und Mittelspannungsleitungen wird der Grenzwert in der Regel auch direkt unterhalb der Leitungen eingehalten.

Grenzwert - Magnetische Felder

Die Einhaltung des Grenzwerts für magnetische Felder wird über die Einhaltung des Basisgrenzwerts (s.o. externe elektrische Felder) gewährleistet.

Die Hälfte des Grenzwerts der magnetischen Flussdichte darf bei Anlagen der Stromversorgung nicht überschritten werden. Das heißt, für diese Anlagen gilt weiterhin der bisherige Grenzwert von 100 µT.

Grenzwert - Statische elektrische und magnetische Felder

Gesundheitswirkungen statischer Felder, die unmittelbar auf biologische Effekte zurückzuführen sind, sind nur bei sehr hohen statischen Magnetfeldstärken bekannt. Mitunter stellen aber bereits schwächere Magnetfelder ein mittelbares Risiko dar, weil sie Kräfte auf magnetische Objekte ausüben und Implantate beeinflussen können. Der Grenzwert für statische Magnetfelder wurde deshalb so festgelegt, dass auch Beeinflussungen von Implantaten vermieden werden. Für statische elektrische Felder wurde kein Grenzwert festgelegt, weil für diese bis dato keine Gesundheitsgefahren nachgewiesen sind.

Einhaltung der Grenzwerte

Die Grenzwerte für 50-Hz-Felder gelten für Orte, an denen sich Menschen nicht nur vorübergehend aufhalten. Dazu gehören

Wohnungen
Arbeitsstätten
Schulen und
Krankenhäuser.

Niederfrequenzanlagen, die der 26. BImSchV unterliegen, müssen so errichtet und betrieben werden, dass die Grenzwerte an diesen Orten auch bei höchster betrieblicher Auslastung der Anlagen eingehalten werden. Dabei sind auch andere Immissionsquellen (zum Beispiel andere Niederfrequenzanlagen wie Umspannwerke) zu berücksichtigen.

Gleichstromanlagen müssen den Magnetfeldgrenzwert an Orten einhalten, an denen sich Menschen vorübergehend oder dauerhaft aufhalten können. Maßgeblich ist jeweils die bestimmungsgemäße Nutzung eines Ortes. Die Verantwortung dafür, dass die Grenzwerte in der Praxis eingehalten werden, tragen die Betreiber der Stromnetze.

DIN-Normen

Neben den gesetzlichen Regelungen sind in verschiedenen DIN-Normen technische Details zur Ausführung von Hochspannungsleitungen festgelegt. Sie schreiben zum Beispiel Mindestabstände zwischen spannungsführenden Teilen von Hochspannungsleitungen und Gebäuden vor. Diese Festlegungen erfolgen jedoch vorrangig aus brandschutz- und betriebstechnischen Gründen und nicht aus Gründen des Strahlenschutzes.

Vorsorge

Grenzwerte schützen nach dem heutigen Stand der Wissenschaft vor allen nachgewiesenen schädlichen Wirkungen elektrischer und magnetischer Felder. Vorsorgemaßnahmen ergänzen die Grenzwerte, um wissenschaftlichen Unsicherheiten in der Risikobewertung Rechnung zu tragen.

Das Bundesamt für Strahlenschutz rät zur Vorsorge und setzt sich für weitere Forschung auf diesem Gebiet ein.

In der 26. BImSchV vorgeschriebene Vorsorgemaßnahmen bei der Stromversorgung

Aus grundsätzlichen Strahlenschutzüberlegungen sollte die Belastung durch elektrische und magnetische Felder so gering wie möglich sein. Deshalb sollten neue Stromtrassen aus Sicht des Strahlenschutzes so geplant werden, dass sie möglichst nicht zu einer zusätzlichen Belastung der Bevölkerung mit elektrischen oder magnetischen Feldern führen. Die novellierte 26. Bundesimmissionsschutzverordnung (26. BImSchV) sieht für 50-Hz-Freileitungen mit einer Nennspannung von 220 kV und mehr, die in einer neuen Trasse errichtet werden, ein Überspannungsverbot vor. Das bedeutet: Trassen für neue Höchstspannungsleitungen zur Wechselstromübertragung müssen aus Vorsorgegründen so geplant werden, dass die Leitungen nicht über Gebäude oder Gebäudeteile, die zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, hinwegführen. Die novellierte Verordnung sieht auch ein Minimierungsgebot vor. Danach sind künftig bei der Errichtung und wesentlichen Änderung von Niederfrequenzanlagen und Gleichstromanlagen die von der Anlage ausgehenden Felder so gering wie möglich zu halten. Das bedeutet, dass neue Trassen möglichst nicht durch Wohngebiete geführt werden sollten. Einzelheiten zu diesem Punkt werden in einer Allgemeinen Verwaltungsvorschrift geregelt werden, die sich derzeit in der Abstimmung befindet.

Mit zunehmendem Abstand zu Wohngebäuden wird der Beitrag einer Hochspannungsleitung zur Belastung durch elektrische und magnetische Felder immer geringer. Die Feldbelastung nimmt mit dem Abstand quadratisch ab. Wie stark die externe Feldbelastung ist, hängt im Einzelfall von der Ausführung und den Betriebsparametern und auch von der Umgebung der Leitung ab. Die Gesamtbelastung wird mit wachsendem Abstand zunehmend durch die Nutzung elektrischer Energie im Haushalt bestimmt.

Stromnetzbetreiber sollten beim Bau von Leitungen die technischen Möglichkeiten zur Verringerung der elektrischen und magnetischen Felder ausschöpfen. Dies kann durch die bauliche Gestaltung von Hochspannungsmasten geschehen, zum Beispiel durch eine geeignete Wahl der so genannten Phasenbelegung, die Höhe der Masten oder durch den Abstand der einzelnen Leiterseile zueinander. Auch wenn Leitungen in die Erde verlegt werden, kann durch Abstände und Anordnungen der einzelnen Stromleiter Einfluss auf die emittierten Magnetfelder genommen werden. Welche Variante sich am besten eignet, hängt unter anderem von den Gegebenheiten vor Ort ab. Auch wirtschaftliche Erwägungen spielen dabei eine Rolle.

Bei Elektroinstallationen im Haushalt sollten nach Möglichkeit Hin- und Rückleiter immer eng zusammen (in einem Kabel) geführt werden. Leitungsstränge, die hohe Ströme führen, zum Beispiel Steigleitungen zur Versorgung mehrerer Wohnungen, sollten in möglichst großem Abstand zu Aufenthaltsräumen installiert werden (zum Beispiel in den Wänden von Fluren und Abstellräumen). Auch die Nutzung energiesparender Geräte kann die Feldbelastung vermindern.

Individuelle Vorsorgemöglichkeiten

Für die meisten Menschen in Deutschland verursachen nicht Hochspannungsleitungen, sondern Elektroinstallationen und Geräte in Alltag und Haushalt den größten Teil ihrer Belastung durch niederfrequente elektrische und magnetische Felder. Deswegen kann auch jeder Einzelne zur Verringerung seiner persönlichen Belastung beitragen – das BfS gibt Hinweise zu individuellen Vorsorgemaßnahmen.

<http://www.bfs.de/DE/themen/emf/nff/anwendung/haushalt-elektro/haushalt-elektro.html>

Weitere Informationen

http://www.bfs.de/DE/themen/emf/netzausbau/netzausbau_node.html

und ein Video

http://www.bfs.de/DE/mediathek/multimedia/video/emf/emf_node.html

Glossar

Hz Hertz für Frequenz, in Deutschland 50 Hz

V Volt für Spannung, elektrische Stromleitungen in Haushalten in Deutschland 230 V
kV Kilovolt = 1000 Volt

V/m Volt pro Meter, elektrisches Feld, Grenzwert für Freileitungen 5 V/m

T Tesla für die magnetische Flussdichte

mT Millitesla = 0,1 T

μ T Mikrottesla = 0,001 T, Grenzwert in Deutschland für Stromleitungen 100 μ T

A/m Ampere pro Meter für die Stärke des Magnetfelds

HGÜ Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung

GIL Gasisolierte Übertragungsleitungen