



Bundesamt
für Strahlenschutz

Elektrische und magnetische Felder der Stromversorgung

STRAHLENSCHUTZKONKRET



Durch ein weit verzweigtes Stromnetz ist elektrische Energie in allen Lebensbereichen verfügbar. Wird Strom transportiert, entstehen zusätzlich zu den elektrischen auch magnetische Felder.

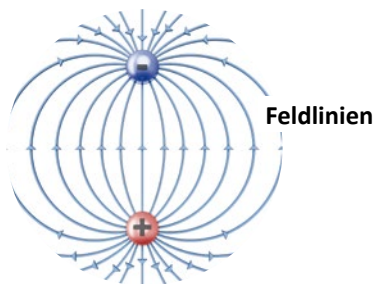
Diese StrahlenschutzKonkret Ausgabe erklärt, wie elektrische und magnetische Felder der Stromversorgung entstehen und sich auf den Menschen und die Umwelt auswirken. Außerdem liefert sie Tipps zu Ihrer persönlichen Vorsorge.

Stromrichtung

Was sind elektrische und magnetische Felder?

Das elektrische Feld

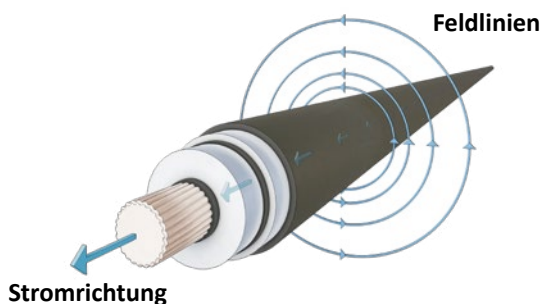
Um elektrisch geladene Körper baut sich ein elektrisches Feld auf. Dieses übt auf andere elektrisch geladene Körper Kräfte aus. Es gibt positive und negative elektrische Ladungen. Das elektrische (Kraft-)Feld bewirkt, dass zwei unterschiedlich geladene Körper sich anziehen, gleich geladene Körper sich abstoßen. Die Stärke dieses Feldes hängt von der anliegenden Spannung ab, außerdem von den Eigenschaften des Materials zwischen den Körpern und vom Abstand. Die Feldstärke wird in Volt pro Meter (V/m) angegeben. Alle elektrischen Leitungen, an denen eine Spannung anliegt, sind von elektrischen Feldern umgeben. Ihre Feldkräfte können die Oberfläche von Materialien und auch den menschlichen Körper elektrisch aufladen.



Sowohl Ladungen als auch die Spannung zwischen den Leiterseilen und dem Erdboden erzeugen ein elektrisches Feld

Das magnetische Feld

Immer wenn Strom fließt, das heißt, wenn elektrische Ladungen durch die Leitungen bewegt werden, entsteht zusätzlich ein magnetisches Feld. Je größer die Stromstärke wird, desto höher ist auch die magnetische Feldstärke. Diese wird üblicherweise in der Einheit der magnetischen Flussdichte Tesla (T) angegeben.



Wenn Strom fließt, entsteht ein magnetisches Feld.

Gleich- und Wechselstrom

Fließt der Strom immer in die gleiche Richtung, spricht man von Gleichstrom. Es entstehen elektrische und magnetische Gleichfelder. Ändert der Strom fortlaufend seine Richtung, zum Beispiel 100-mal pro Sekunde beim 50-Hz-Wechselstrom, so werden sowohl das elektrische als auch das magnetische Feld im gleichen Rhythmus umgepolt. Es entstehen elektrische und magnetische Wechselfelder mit der gleichen Frequenz.

Das Stromnetz

Mit Hochspannungsleitungen überbrückt man große Distanzen auf dem Weg zu Verbraucher*innen. Die Leitungen transportieren derzeit fast ausschließlich Wechselstrom (Hochspannungs-Wechselstrom-Übertragung, HWÜ), in Zukunft soll aber auch Gleichstrom fließen (Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung, HGÜ). Hier sind die Transportverluste niedriger als bei Wechselspannung. Transformatoren verbinden die mit unterschiedlichen Spannungen arbeitenden Transport- und Verteilnetze miteinander. Über Letztere gelangt der Strom schließlich zu den Haushalten. In der Steckdose zu Hause kommt der Strom mit einer Spannung von 230 Volt (230 V) an. Für den Transport dorthin werden jedoch weit höhere Spannungen verwendet. Bis zu 400.000 Volt (400 kV) beträgt die Spannung auf Überlandleitungen von den Kraftwerken zu den Städten und Ballungsgebieten. Hohe Spannungen sind für die Übertragung elektrischer Energie günstiger als niedrige, weil hier weniger Verluste durch Leiterwiderstände entstehen.

Freileitungen oder Erdkabel?

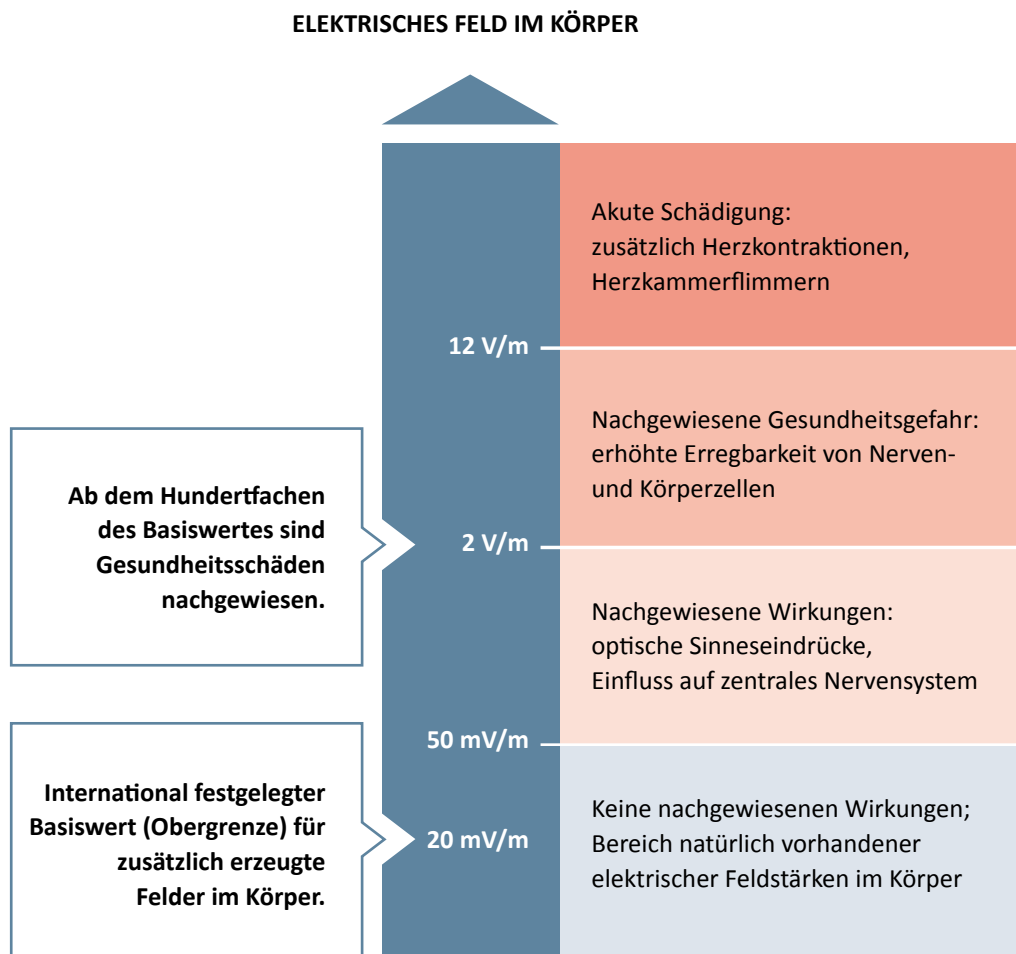
Bei den Diskussionen um den Ausbau der Stromnetze und um neue Übertragungsleitungen spielt häufig die Frage „Freileitungen oder Erdkabel?“ eine wichtige Rolle. Bei Freileitungen werden sogenannte Seile als elektrische Leiter verwendet. Da Seile – anders als Kabel – nicht von einer isolierenden Schicht umgeben sind, hängen sie über Isolatorketten befestigt einzeln an hohen Masten. Erdkabel können einen oder mehrere Leiter enthalten. Die Leiter sind jeweils einzeln isoliert und dadurch vor gegenseitiger Berührung geschützt. Deshalb, und weil sie zum Beispiel bei Wind nicht wie Freileitungsseile seitlich ausschlagen, können die Leiter in einem geringen Abstand verlegt werden. In Deutschland sind Hoch- und Höchstspannungsleitungen überwiegend als Freileitungen ausgeführt.

Wirkungen elektrischer und magnetischer Felder auf den Menschen

In allen Lebewesen, also auch im Menschen, kommen natürliche elektrische Felder und Ströme vor. Bei vielen Stoffwechselfvorgängen werden elektrisch geladene Teilchen bewegt. Nerven leiten ihre Signale in Form von elektrischen Impulsen weiter und auch das Herz wird von Nervenzellen elektrisch gesteuert. Die natürlichen elektrischen Feldstärken im Körper liegen zwischen 5 und 50 mV/m (Millivolt pro Meter). Von außen einwirkende elektrische wie auch magnetische Felder können im menschlichen Körper zusätzliche elektrische Felder erzeugen. Bleiben die zusätzlichen Felder schwach, das heißt im Bereich der natürlichen körpereigenen Felder, haben sie nach dem heutigen Stand der Wissenschaft keine nachteilige Wirkung.

Wahrnehmungsschwelle

Empfindliche Personen können elektrische Felder, die von außen auf den Körper wirken, ab 1 Kilovolt pro Meter wahrnehmen: Die Haut kribbelt oder Körperhaare vibrieren. Berührt man unter Hochspannungsfreileitungen große aufgeladene metallische Gegenstände (z.B. ein parkendes Auto), kann von diesen ein Strom über den Körper in die Erde fließen (Ableitstrom). Dies ist als zumeist harmloser leichter „Schlag“ wahrnehmbar, kann unter Umständen aber als unangenehm oder belästigend empfunden werden. Gesundheitsschäden sind dadurch nicht zu erwarten.



Überschreiten die Feldstärken, die durch die von außen einwirkenden Felder im Körper erzeugt werden, Schwellenwerte, können gesundheitliche Wirkungen auftreten. Je weiter die Schwellen überschritten werden, umso größer sind die gesundheitlichen Risiken.

Weitere, wissenschaftlich diskutierte Wirkungen niederfrequenter Felder

Neurodegenerative Erkrankungen

Beobachtungsstudien an Menschen deuten darauf hin, dass bei Personen, die beruflich niederfrequenten Feldern ausgesetzt sind, häufiger neurodegenerative Erkrankungen auftreten. Dazu zählen die Alzheimer Erkrankung und die Amyotrophe Lateralsklerose (ALS, eine Art von Muskelschwäche). Allerdings finden andere Studien diesen Zusammenhang nicht. Zudem werden die Ergebnisse durch Laboruntersuchungen bisher nicht gestützt. Weitere Forschung muss klären, ob es sich tatsächlich um einen ursächlichen Zusammenhang zwischen niederfrequenten Feldern und den Erkrankungen handelt.

Krebserkrankungen bei Erwachsenen

Seit den 1970er Jahren wird untersucht, inwiefern niederfrequente Magnetfelder geringer Intensität und Krebserkrankungen zusammenhängen. Bei Erwachsenen ergibt sich auch bei langandauernder Einwirkung in den meisten Studien kein erkennbarer Zusammenhang zwischen niederfrequenten Feldern und dem Risiko, an Krebs zu erkranken.

Leukämie im Kindesalter

Anders stellt sich die Situation in Bezug auf eine glücklicherweise seltene Leukämieerkrankung bei Kindern dar. Hier weisen mehrere epidemiologische Studien auf einen Zusammenhang zwischen niederfrequenten Magnetfeldern und einem erhöhten Erkrankungsrisiko für Leukämie im Kindesalter hin. Laut den Studien erhöht sich das Risiko bei zeitlich gemittelten Flussdichten von ca. 0,3 – 0,4 Mikrottesla (μT), also bei magnetischen Flussdichten deutlich unterhalb der für Hochspannungsleitungen und Trafostationen festgelegten Grenzwerte. In Wohnungen durchgeführte Messungen sprechen dafür, dass nur wenige Kinder in Deutschland einer zeitlich gemittelten Magnetfeldbelastung über 0,2 μT ausgesetzt sind. Experimentelle Studien, wie zum Beispiel Tierversuche, stützen die Ergebnisse aus den epidemiologischen Studien nicht. Auch ist kein biologischer Wirkmechanismus bekannt, der solche Effekte erklären könnte. Insgesamt ist die Frage, ob die Magnetfeldbelastung und Leukämie im Kindesalter ursächlich zusammenhängen, nicht abschließend geklärt und wird daher weiter wissenschaftlich untersucht. Die Internationale Agentur für Krebsforschung (IARC) hat niederfrequente Magnetfelder als „möglicherweise krebserregend“ eingestuft. Die Internationale Kommission zum

Schutz vor Nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) bewertet die Befunde als nicht ausreichend gesichert, um sie zur Basis von Grenzwertempfehlungen zu machen.

Elektrosensibilität



Es gibt keinen Beweis, dass niederfrequente Felder Beschwerden verursachen.

Studien des BFS haben gezeigt, dass sich knapp zwei Prozent der deutschen Bevölkerung als elektrosensibel bezeichnen. Sie führen unterschiedliche Beschwerden, wie zum Beispiel Kopfschmerzen, Schlafstörungen, Müdigkeit und Konzentrationsstörungen, darauf zurück, dass elektrische und magnetische Felder in ihrer Umwelt vorhanden sind.

Die Wissenschaft versucht seit Langem, dem Phänomen „Elektrosensibilität“ auf die Spur zu kommen. Es konnte wissenschaftlich nicht nachgewiesen werden, dass elektrische und magnetische Felder die Beschwerden verursachen.

Die Epidemiologie untersucht Zusammenhänge zwischen verursachenden Faktoren, wie zum Beispiel Umwelteinflüssen, und der Verteilung von Krankheiten in der Bevölkerung.

Einwirkungen elektrischer und magnetischer Felder auf Umwelt, Tiere und Pflanzen

Nach derzeitigem wissenschaftlichen Kenntnisstand werden Tiere und Pflanzen durch elektrische und magnetische Felder von Hochspannungsleitungen nicht geschädigt. Allerdings sind direkte Wirkungen der Elektrizität wie beispielsweise Stromschläge an Strommasten möglich. Bei Tieren, die das Erdmagnetfeld wahrnehmen und sich danach orientieren, kann es zu Veränderungen im Verhalten kommen.

Kabel im Meeresboden

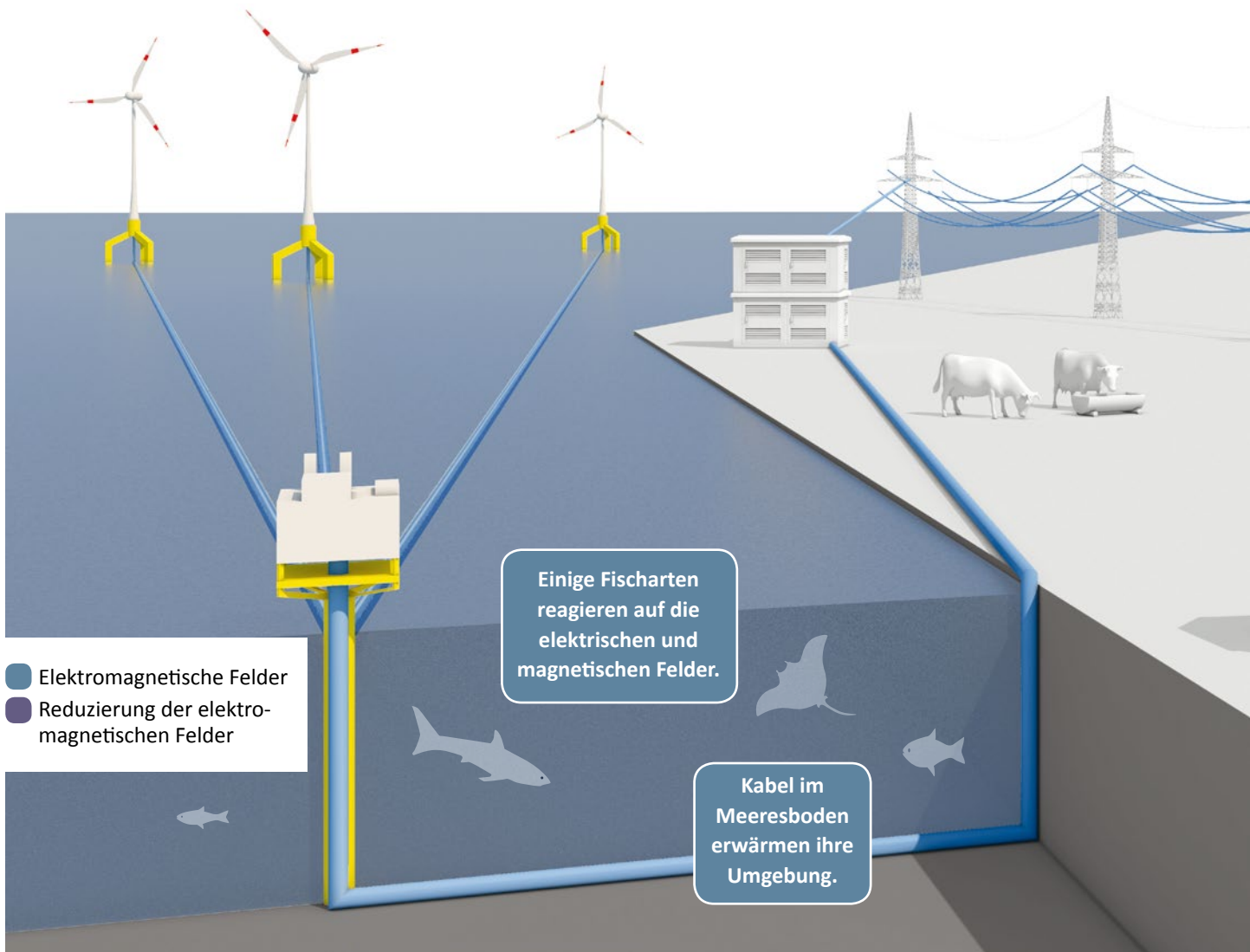
Die elektrischen und magnetischen Felder von Seekabeln sind zwar nicht direkt gesundheitsschädlich für Meereslebewesen, sie können aber das Verhalten bestimmter Tierarten beeinflussen. Einige Fische nehmen die von Stromkabeln ausgehenden Felder wahr und ändern ihr Verhalten entsprechend. Bestimmte Arten von Haien und Rochen suchen zum Beispiel verstärkt im Bereich der Kabel nach Beute, weil sie das Feld, das vom Kabel ausgeht, mit Beute verwechseln.

Andere Fischarten werden durch die Felder irritiert und zögern, das Kabel zu überschwimmen. Eine Barrierewir-

kung haben die Kabel aber nicht. Ob und wie sich diese Verhaltensänderungen auf das Ökosystem auswirken, wird derzeit noch erforscht. Ebenfalls noch nicht geklärt ist die Frage, wie sich die von den Kabeln abgegebene Wärme auf die Lebewesen im Meeresboden in der unmittelbaren Nähe der Kabel auswirkt.

Entladungen („Korona-Effekte“)

Als Korona (lat. corona = Kranz, Krone) bezeichnet man den Wirkungsbereich in unmittelbarer Nähe der Leiterseile an einem Hochspannungsmast. Durch elektrische Entladungen können dort Geräusche entstehen. Meist ist ein Knistern, oft mit einem gleich bleibenden, brummenden Ton zu hören. Dies kann als störend empfunden werden. Außerdem entstehen geringe Mengen an Ozon und Stickoxiden. In wenigen Metern Abstand von den Leitungen ist ihre Menge jedoch kaum noch nachweisbar. Des Weiteren können sich Partikel aus der Luft in der Korona positiv oder negativ aufladen. Beim Wechselstrom wechselt das Feld ständig die Richtung, die entstandenen positiv und negativ aufgeladenen Luft- und Schadstoffmoleküle können durch ihre räumliche Nähe schneller neutralisiert



werden als bei Gleichstromleitungen. Als Folge davon können sich die Ladungswolken an HGÜ-Leitungen weiter ausdehnen beziehungsweise länger erhalten bleiben, als bei den Wechselstrom-Leitungen. Einige Wissenschaftler vermuten, dass geladene Partikel die Atemwege belasten könnten. Bezogen auf Wechselstrom wird ein zusätzliches Gesundheitsrisiko durch diese Vorgänge als unwahrscheinlich beziehungsweise sehr gering eingeschätzt. Mit Gleichstrom gibt es weniger praktische Erfahrung. Es besteht daher weiterhin Forschungsbedarf. Modellberechnungen sprechen aber gegen eine verstärkte Aufnahme von geladenen Partikeln, wie sie an HGÜs entstehen können, in die Lunge.

Schutz und Vorsorge

Schutz durch Grenzwerte

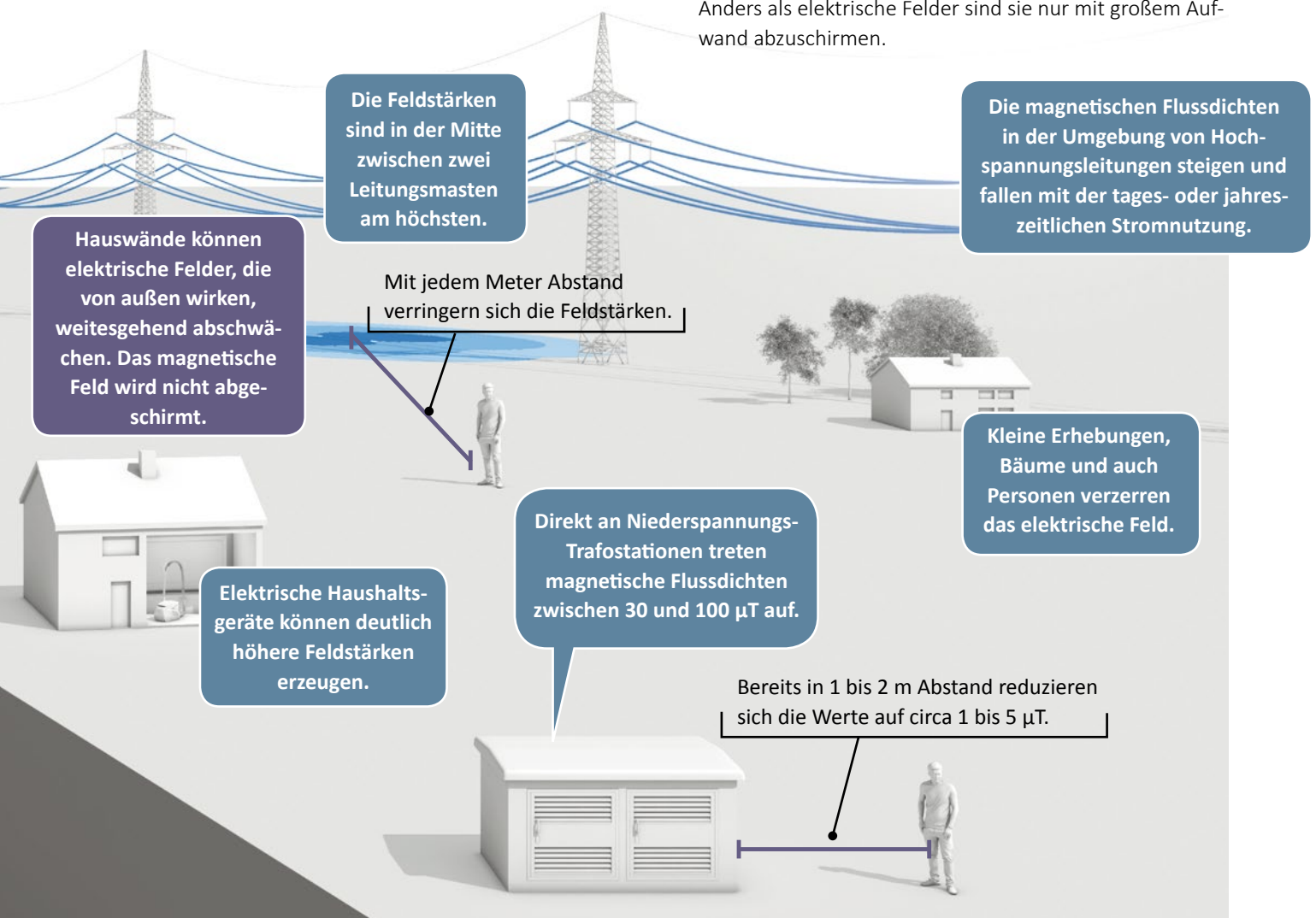
Grenzwerte werden festgelegt, um die Menschen vor gesundheitsschädlichen Wirkungen zu schützen. Sie orientieren sich an den körpereigenen elektrischen Feldstärken von maximal 50 mV/m. Die Internationale Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) empfiehlt 20 mV/m als Basiswert für zusätzliche im Körper erzeugte elektrische Felder, der nicht überschritten werden soll.

Um diesen Basiswert einzuhalten, wurden frequenzabhängige Grenzwerte für Anlagen der Stromversorgung gesetzlich festgelegt. Dazu zählen unter anderem Bahnstromanlagen, Hochspannungsleitungen und Trafostationen. Für das äußere elektrische Feld gilt bei 50 Hz ein Grenzwert von 5 kV/m und für das magnetische Feld ein Grenzwert von 100 μ T.

Die Grenzwerte beziehen sich auf außerhalb des Körpers gemessene Felder in Bereichen, in denen sich Menschen häufiger oder länger aufhalten. Unmittelbar eintretende Gesundheitsschäden aufgrund elektrischer und magnetischer Felder sind auszuschließen, wenn Grenzwerte eingehalten werden. Nicht ausgeschlossen werden können mittelbare Wirkungen, zum Beispiel auf elektronische Implantate wie Herzschrittmacher und damit verbundene Gefahren.

Abstand und Abschirmung

Wie für jede Art von Strahlung gilt auch für elektrische und magnetische Felder: Grundsätzlich verringern sich die Feldstärken mit jedem Meter Abstand von der Feldquelle. Elektrische Felder werden darüber hinaus durch übliche Baustoffe für Gebäude und durch das Erdreich gut abgeschirmt. Elektrische Felder von Hochspannungsleitungen sind deshalb nur im Freien und nur in der Umgebung von Freileitungen relevant. Magnetfelder werden hingegen kaum abgeschwächt und können in Gebäude eindringen. Anders als elektrische Felder sind sie nur mit großem Aufwand abzuschirmen.





zu Vorsorgemaßnahmen

Zu den gesundheitlichen Auswirkungen elektrischer und magnetischer Felder gibt es noch offene wissenschaftliche Fragen. Deswegen empfiehlt das BfS Vorsorgemaßnahmen.



Weitere Forschung:

Zur Vorsorge gehört die Verringerung wissenschaftlicher Unsicherheiten. Besonders im Falle der Leukämie im Kindesalter ist nach Einschätzung internationaler Wissenschaftler weitere Ursachenforschung dringend notwendig.



Information über

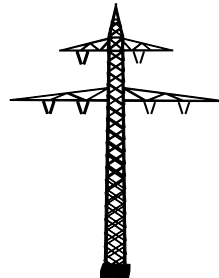
die tatsächliche Exposition:

Das BfS hat in der Vergangenheit die Exposition der Bevölkerung mehrfach überprüft. Zuletzt wurde im Herbst 2016 eine repräsentative Studie konzipiert, um unter anderem die Exposition der vom Netzausbau betroffenen Bevölkerung zu bestimmen.



Herzschrittmacher:

Personen, denen ein Herzschrittmacher implantiert wurde, sollten ihren Arzt nach möglichen Störbeeinflussungen durch elektrische und magnetische Felder befragen. Über das Gesundheitsrisiko im beruflichen Umfeld können auch Berufsgenossenschaften Auskunft geben.



Abstand:

Durch Abstände zu Wohngebäuden können die Beiträge von Stromversorgungsanlagen zur Exposition der Bevölkerung gering gehalten werden.

Impressum

Bundesamt für Strahlenschutz
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Postfach 10 01 49
38201 Salzgitter
Tel.: +49 3018 333-0
Fax: +49 3018 333-1885
E-Mail: ePost@bfs.de
www.bfs.de

Redaktion: Melanie Bartholomäus
Gestaltung: Orca Affairs
Fotos: Titel Gettyimages/Shinyfamily,
Seite 1 Fotolia/Andy Ilmberger,
Seite 4 Gettyimages/NickyLloyd
alle Weiteren BfS
Stand: Juni 2021

Das BfS setzt sich dafür ein, die Bürgerinnen und Bürger frühzeitig, transparent und nachvollziehbar über Aspekte des Strahlenschutzes beim Ausbau der Stromnetze zu informieren und sie stärker in Entscheidungsprozesse einzubeziehen.

Mehr Informationen zum
Stromnetzausbau finden Sie unter:
www.bfs.de/stromnetzausbau

