



## Elektrizität und Gesundheit

*Begrenzung der Exposition \* Elektrische und magnetische Felder im täglichen Leben \* Gesetzgebung und Kontrolle \* Untersuchungen und Empfehlungen*

### Einleitung

Elektrizität sorgt für viel Komfort in unserem täglichen Leben. Doch der Transport und der Gebrauch von Elektrizität rufen auch elektrische und magnetische Felder hervor. Stellt die Exposition gegenüber diesen Feldern ein Gesundheitsrisiko dar?

Sobald ein Gerät an das Stromnetz angeschlossen ist, also wenn sich der Stecker in der Steckdose befindet, entsteht rund um das Kabel ein **elektrisches Feld**. Wenn Strom durch die Drähte fließt, also beim Verbrauch von Elektrizität (z. B. wenn eine Lampe brennt oder ein Staubsauger in Betrieb ist), entsteht auch ein **magnetisches Feld** um die Kabel und das Gerät.

Bei dem Strom des Elektrizitätsnetzes handelt es sich um **Wechselstrom**, dessen Frequenz in Europa 50 Hertz (50 Zyklen pro Sekunde, 50 Hz) beträgt. Die erzeugten elektrischen und magnetischen Felder sind folglich **Wechselfelder**, die mit der gleichen Frequenz wechseln, wie der Strom selbst: 50 Hz. Damit gehören sie zu der Kategorie von Feldern mit extrem niedriger Frequenz (ELF, Extremely Low Frequencies): von 0 Hz bis 300 Hz.

### Begrenzung der Exposition

Wechselfelder mit einer extrem niedrigen Frequenz erzeugen im Körper einen elektrischen Strom. Wenn die Wechselfelder stark genug sind, kann dieser erzeugte Strom im Körper die Funktion der Nerven und Muskeln stören oder dafür sorgen, dass Lichtblitze im Gesichtsfeld wahrgenommen werden. Nach der Empfehlung des Rates 1999/519/EG dürfen die Felder folgende Grenzwerte nicht überschreiten, um zu verhindern, dass diese Effekte auftreten:

- für das *elektrische* Feld gilt ein Grenzwert von 5 Kilovolt pro Meter (5000 V/m oder 5 kV/m);
- für das *magnetische* Feld beträgt der Grenzwert 100 Mikrottesla (100  $\mu$ T).

Die elektrischen und magnetischen Felder, die uns im täglichen Leben umgeben, liegen meistens unter den Grenzwerten. Lesen Sie weiter mehr über die Exposition im täglichen Leben und wie die Empfehlungen des Rates in der belgischen Reglementierung angewendet werden.

Die Grenzwerte der Exposition wurden festgelegt, um augenblicklichen schädlichen Auswirkungen auf das Nervensystem vorzubeugen. Darüber, ob langfristig andere (schädliche) Effekte möglich sind, gibt es bisher nur unzureichende wissenschaftliche Angaben.

### Elektrische und magnetische Felder im täglichen Leben

#### **Elektrisches Feld**

Rund um Elektrogeräte und Verkabelungen gibt es ein elektrisches Feld. Die Stärke von elektrischen Feldern ist von der Spannung im Kabel abhängig. Die stärksten elektrischen Felder trifft man unter Hochspannungsleitungen an. Direkt unter den Kabeln können sie einige Kilovolt pro Meter betragen. Nur unter einer Hochspannungsleitung von 380 kV kann der Grenzwert von 5 kV/m überschritten werden. Elektrogeräte und Gartengeräte können niemals ein elektrisches Feld, das den Grenzwert übersteigt, erzeugen.

Das elektrische Feld nimmt mit zunehmendem Abstand stark ab und wird auch durch Hindernisse, wie beispielsweise Mauern, abgeschwächt. Dadurch ist das elektrische Feld in Wohnungen minimal, sogar in Wohnungen, die sich in der Nähe von einer Hochspannungsleitung befinden.

## Magnetisches Feld

Die Stärke des magnetischen Feldes ist von der Stromstärke im Kabel abhängig. Die stärksten magnetischen Felder kommen in Magnetresonanztomographen (MRI), die für die medizinische Bildgebung verwendet werden, vor (einige Tesla).

Auch in der Nähe von Motoren und anderen Elektrogeräten können ziemlich starke Felder entstehen (zwischen einigen Mikrottesla und einigen hundert Mikrottesla). Das Elektrizitätsnetz erzeugt relativ schwache magnetische Felder (höchstens einige zehn Mikrottesla).

Das magnetische Feld nimmt ebenfalls mit zunehmendem Abstand stark ab, wird aber durch die Mauern nur leicht abgeschwächt. Darum befinden sich um uns herum magnetische Felder, die von einer Reihe von Quellen stammen, sowohl von drinnen als auch von draußen.

### Das Elektrizitätsnetz

Innerhalb des Elektrizitätsnetzes kommen die größten magnetischen Felder in der Umgebung von Hochspannungskabeln vor, weil sie den größten elektrischen Strom tragen.

Achtung: Nicht jedes Kabel, das an einem Gittermast hängt, ist eine Hochspannungsleitung. Ab einer Spannung von 30 kV spricht man von Hochspannung. Die Spannung muss so hoch sein, damit große Mengen Energie effizient transportiert werden können. Dies geschieht faktisch in den Hochspannungsleitungen: Sie transportieren Energie über eine sehr große Entfernung vom Stromkraftwerk zum Verbraucher. Um die elektrische Energie verwenden zu können, muss die Spannung wieder gesenkt werden. Dazu dienen Transformatoren. Von dort wird die Elektrizität über das Verteilernetz (auf Mittelspannung, bis 15 kV) in unsere Häuser gebracht (auf Niederspannung, 230 V) (siehe Abb. 1).

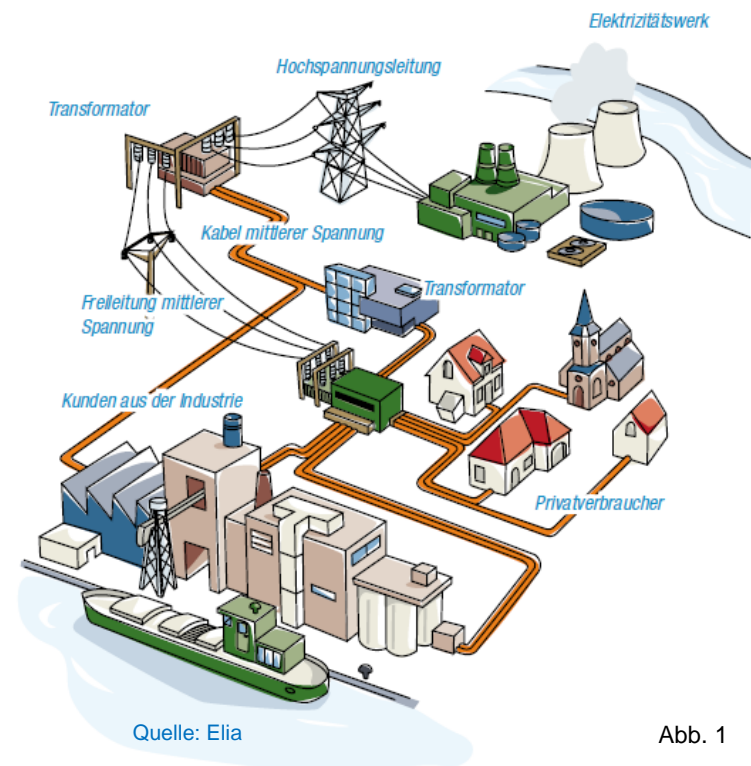


Abb. 1

Die Hochspannungsleitungen können überirdisch oder unterirdisch verlegt werden.

Auf ebener Erde, in wenigen Metern Abstand zu einer Hochspannungsfreileitung, ist das magnetische Feld am stärksten und es kann einige zehn Mikrottesla erreichen.

Entlang unterirdischer Hochspannungsleitungen nimmt das Feld viel schneller ab als entlang einer Freileitung mit der gleichen Spannung. Dies kommt daher, weil die Kabel unterirdisch eng beieinander liegen, jeweils drei Kabel nebeneinander. Sie leiten den Strom in drei verschiedenen Phasen, deren magnetische Wechselfelder sich zum Teil gegenseitig aufheben.

Außerhalb des Sicherheitsbereichs erzeugen **Transformatoren** ein magnetisches Feld, das aber unbedeutend ist. In Bereichen, die für die Öffentlichkeit zugänglich sind, werden die größten Felder von Kabeln, die vom und zum Umspannwerk führen, erzeugt.

Das magnetische Feld rund um die **Verteilungsleitungen** und rund um die **Kabel zuhause** ist noch kleiner und es beträgt in der unmittelbaren Umgebung ein paar Mikrottesla.

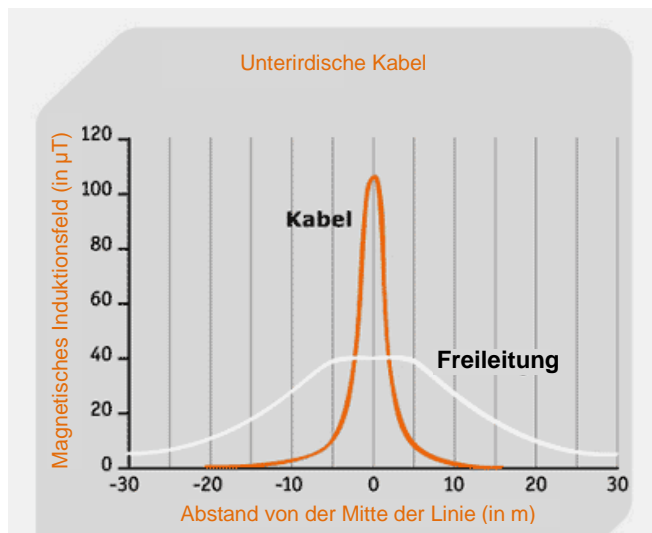


Abb. 2: das magnetische Feld in Funktion des Abstands zu einer Freileitung und zu einem unterirdischen Hochspannungskabel. Quelle: Elia.

### Elektrische Haushaltsgeräte

Sobald ein elektrisches Haushaltsgerät eingeschaltet ist, ist ein magnetisches Feld vorhanden. Manchmal ist das Feld nicht beabsichtigt, sondern es ist lediglich ein Nebenprodukt des elektrischen Stroms. Aber manchmal muss ein magnetisches Feld speziell erzeugt werden, weil es für die Funktion, z. B. von Elektromotoren oder Adaptern, notwendig ist. Dann sorgt der Konstrukteur dafür, dass das Feld außerhalb des Apparates minimal bleibt. Jedoch ist dies nicht immer möglich, z. B. wenn der Apparat kompakt und leicht sein muss. Ein Rasierapparat oder ein Haarföhn kann z. B. ein magnetisches Feld in der Größenordnung von 5-200  $\mu\text{T}$  erzeugen. Bei anderen Geräten, ohne Motor oder Adapter, ist das magnetische Feld meistens schwach. Die Ausnahme bilden Apparate, bei denen der Strom durch große Schleifen fließt (elektrische Wasserkessel, Heizdecken, Konvektionsheizkörper). Die Leistung des Apparates spielt in der Regel keine Rolle.

Das magnetische Feld nimmt in dem Maße, in dem man sich von der Quelle entfernt, rasch ab. In einem Abstand von 30 cm sind die magnetischen Felder rund um die meisten Haushaltsgeräte viel niedriger als die derzeitige Richtlinie von 100  $\mu\text{T}$  bei 50 Hz für die allgemeine Öffentlichkeit. In einer Entfernung von einem Meter ist die magnetische Feldstärke bereits unbedeutend klein.

Eine kurzfristige Exposition gegenüber einem magnetischen Feld, das den Wert von 100  $\mu\text{T}$  übersteigt, stellt nicht notwendigerweise ein Risiko dar. Bei der Festlegung des Grenzwerts von 100  $\mu\text{T}$  hat man schließlich eine große Sicherheitsmarge einkalkuliert. Die meisten Geräte werden auch nicht nahe am Körper benutzt. Für Berufssituationen ist die Sicherheitsgrenze auf 500  $\mu\text{T}$  festgelegt.

Normalerweise ist nur dann ein magnetisches Feld vorhanden, wenn das Gerät eingeschaltet ist. Geräte, die mit einer niedrigeren Spannung als der Netzspannung betrieben werden (z. B. eine Halogenleuchte, ein Dimmer) benötigen einen Adapter (Transformator). Dieser Adapter verbraucht ständig Elektrizität (und erzeugt somit auch ein magnetisches Feld), wenn er an die Steckdose angeschlossen ist, ungeachtet dessen, ob der Apparat ein- oder ausgeschaltet ist.

## **Andere Geräte und Maschinen**

In den folgenden Situationen sind auch magnetische Wechselfelder vorhanden:

- *in der Nähe von Maschinen, die mit einem leichten Benzinmotor betrieben werden, wie z. B. Rasenmäher, Kettensägen*

Ein wechselndes magnetisches Feld sorgt dafür, dass die Zündkerzen funktionieren können.

- *an der Batterie eines Handys*

Dies deshalb, weil die Batterie eines Handys pulsierend Strom verbraucht, entsprechend dem Strahlungsmuster des Handys.

- *im Auto*

Diese stammen von der Batterie, den Kabeln und dem magnetisierten Stahlriemen der Autoreifen. Wenn sich die Reifen während der Fahrt drehen, entsteht ein wechselndes magnetisches Feld. Autoreifen können in einer Werkstatt entmagnetisiert werden.

- *im Zug*

Züge werden durch elektrischen Strom angetrieben.

## **Gesetzgebung und Kontrolle**

### **Das elektrische Stromnetz**

Die belgische Gesetzgebung begrenzt die Stärke des elektrischen Feldes, das durch das elektrische Stromnetz von 50 Hz ("Allgemeine Ordnung für elektrische Anlagen" oder "AOEA") erzeugt wird:

- 5 kV/m in Wohn- oder Wohnerweiterungsgebieten;
- 7 kV/m bei Straßen;
- 10 kV/m an anderen Orten.

Bis heute gibt es auf föderaler Ebene keine belgische Gesetzgebung für die Begrenzung der Exposition der Öffentlichkeit gegenüber *magnetischen Feldern* von 50 Hz. Belgien übernimmt die europäische Empfehlung von 100  $\mu$ T. (Empfehlung des Rates 1999/519/EG). Mit diesem Grenzwert soll sichergestellt werden, dass im Körper keine zu starken Ströme entstehen.

Es gibt unabhängige Forschungsteams, wie z. B. das VITO (Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek), das ISSeP (Institut Scientifique de Service Public) und die Universität von Lüttich (ULG, Transport et Distribution de l'Energie Electrique), die sich auf die Messung magnetischer Felder von Hochspannungsleitungen spezialisiert haben.

Elia, der Betreiber des belgischen Hochspannungsnetzes, ist für die technische Überwachung verantwortlich. Auf Anfrage führt Elia kostenlos Messungen des Magnetfeldes in einer Wohnung durch.

### **Elektrische Haushaltsgeräte**

Alle diese Geräte, wie z. B. Waschmaschinen, Haarföhne, Heizdecken und Mikrowellenöfen, dürfen nur auf den Markt gebracht werden, wenn sie sicher sind und wenn von ihnen keine Gesundheitsgefährdung ausgeht. Dies gilt auch für die elektrische und magnetische Strahlung, die diese Geräte verursachen können. Diese Voraussetzung ist in der europäischen Niederspannungsrichtlinie (2006/95/EG) festgelegt und ist weiter bestimmt in der europäischen Produktnorm unter dieser Richtlinie.

Die Kontrolle über die Einhaltung dieser Rechtsvorschriften wird durch die [FÖD Wirtschaft, KMU, Mittelstand und Energie](#) durchgeführt.

# Untersuchungen und Empfehlungen

## Elektrizität und Kinderleukämie?

Eine kurzfristige Aussetzung an ein elektrisches und an ein magnetisches Feld innerhalb der empfohlenen Grenzen stellt keine Gefahr für die Gesundheit dar. Über die möglichen Effekte einer langfristigen Aussetzung an magnetische Felder mit extrem niedriger Frequenz sind die Wissenschaftler sich noch nicht im Klaren.

Es gibt Hinweise aus epidemiologischen Untersuchungen, dass eine langfristige Exposition das Risiko für Leukämie bei Kindern leicht erhöhen kann. Darum hat die Internationale Agentur für Krebsforschung (Englisch: IARC, International Agency for Research on Cancer) die magnetischen Niederfrequenzfelder (aus dem elektrischen Stromnetz) als "möglicherweise krebserregend bei Menschen" eingestuft. Konkret bezieht sich die "langfristige Exposition" auf einen langfristigen Aufenthalt an Orten, an denen das magnetische Feld über einen Zeitraum von 24 Stunden durchschnittlich höher ist als 0,3–0,4  $\mu\text{T}$ , was in der Nähe einer Hochspannungsleitung der Fall sein kann.

Diese Einstufung "möglicherweise krebserregend bei Menschen" erhalten Umweltfaktoren und Stoffe, für die es "beschränkte epidemiologische Hinweise" im Zusammenhang mit Krebs gibt. Im Fall beschränkter Hinweise ist es möglich, dass eine gefundene Verbindung nur scheinbar ist und dass Zufall oder eine Verzerrung die Ergebnisse verfälscht. Der Grad der Sicherheit, mit dem eine Einstufung in die Klasse 2B erfolgt ("möglicherweise für den Menschen krebserregend"), ist niedriger als die Klassifizierung 2A ("vermutlich krebserregend") und 1 ("krebserregend").

## Wie groß ist das Risiko?

Kinderleukämie ist eine Krankheit, an der 3 von 100.000 Kindern im Jahr erkranken. Es gibt verschiedene Faktoren, die das Risiko für Leukämie bei Kindern erhöhen können, wie beispielsweise ionisierende Strahlung (wie Röntgenstrahlen), genetische Faktoren, Verwendung von Pestiziden im Haushalt und von bestimmten Lösungsmitteln in Farben, Rauchen und möglicherweise Alkoholkonsum der Mutter während der Schwangerschaft.

Falls sich durch weitere Untersuchungen herausstellen sollte, dass ELF-Magnetfelder auch zur Liste der Risikofaktoren gehören, dann sind laut Hohem Gesundheitsrat weniger als 1% der Kinderleukämiefälle pro Jahr dieser Ursache zuzuschreiben (in der Flämischen Region)

## Empfehlungen des Hohen Gesundheitsrates

Die genaue Rolle von magnetischen Feldern bei der Erhöhung des Risikos für Kinderleukämie ist noch nicht eindeutig geklärt. Trotzdem empfiehlt der Hohe Gesundheitsrat (Empfehlung nr.8081) aus Vorsorge, dass die Exposition von Kindern, die jünger als 15 Jahre sind, 0,4  $\mu\text{T}$  (durchschnittlich über einen längeren Zeitraum) nicht überschreiten soll.

Demnach sollten die Wohnung und insbesondere das Schlafzimmer nach Möglichkeit in ausreichender Entfernung von elektrischen Anlagen wie Hochspannungsleitungen, Verteilungsleitungen und Transformatorstationen liegen. Dabei muss auf eine ausreichende Entfernung des Schlafzimmers und insbesondere des Kinderbettes zu elektrischen Anlagen im Haus (Verteilerkasten und -kabel, elektrischer Fußbodenheizung) und kontinuierlich arbeitenden Geräten (elektrischer Heizdecke, elektrischem Wecker) geachtet werden.

Die folgende Tabelle listet annähernd die einzuhaltenden Abstände auf.

Installation	Typ	Abstand
1. Überirdische Hochspannungsleitung	70 kV	30 m
	150 kV	45 m
	220 kV	60 m
	380 kV	100 m
2. Unterirdisches Hochspannungskabel	36 kV	4 m
	70 kV	5,5 m
	150 kV	7,5 m
3. Mittel- und Niederspannungsleitung	< 15 kV	Unmittelbare Umgebung (0,5 m)
4. Transformatoren	von 30 kV und mehr nach 10 bis 15 kV	8 m
	von 10 bis 15 kV nach 220 bis 400 V	5 m
5. Installationen in der Wohnung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verteilerkabel für verschiedene Wohnungen (z.B. Wohnblocks)</li> <li>• Verteilerschrank und Zähler für den häuslichen Gebrauch</li> <li>• Elektrische Fußbodenheizung</li> </ul>	Unmittelbare Umgebung (0,5 m)
6. Elektrische Geräte, nur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Radiowecker</li> <li>• Elektrische Heizdecken</li> </ul>	0,5 m

## Nützliche Adressen

- **Elia**: Keizerslaan 20, 1000 Brüssel. Tel.: 02 546 70 11, Fax: 02 546 70 10. [www.elia.be](http://www.elia.be)
- **VITO** (Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek), Integrale Milieustudies, Boeretang 200, B-2400 Mol. Tel.: 014 33 59 41, Fax: 014 32 11 85. [www.vito.be](http://www.vito.be)
- **ISSEP** (l'Institut Scientifique de Service Public), Cellule "champs électromagnétiques", Direction des risques chroniques, Rue du Chéra 200, B 4000 Lüttich. Tel.: 04 229 83 11. [www.issep.be](http://www.issep.be)
- **Université de Liege**, Transport et Distribution de L'Energie Electrique, 10 Grande Traverse, Sart Tilman (B28), B-4000 Lüttich. Tel.: 04 366 26 33, Fax: 04 366 29 98. [www.tdee.ulg.ac.be](http://www.tdee.ulg.ac.be)

## Weitere Informationen

- [www.bbemg.ulg.ac.be](http://www.bbemg.ulg.ac.be) (Belgian BioElectroMagnetic Group)  
[www.milieurapport.be](http://www.milieurapport.be) (Forschungsberichte bezüglich des Hochspannungsnetzes)  
[www.who.int/peh-emf/en](http://www.who.int/peh-emf/en) (Weltgesundheitsorganisation – elektromagnetische Felder)  
[www.health.fgov.be/CSS\\_HGR](http://www.health.fgov.be/CSS_HGR) (Stellungnahmen und Empfehlungen des Hohen Gesundheitsrates)