

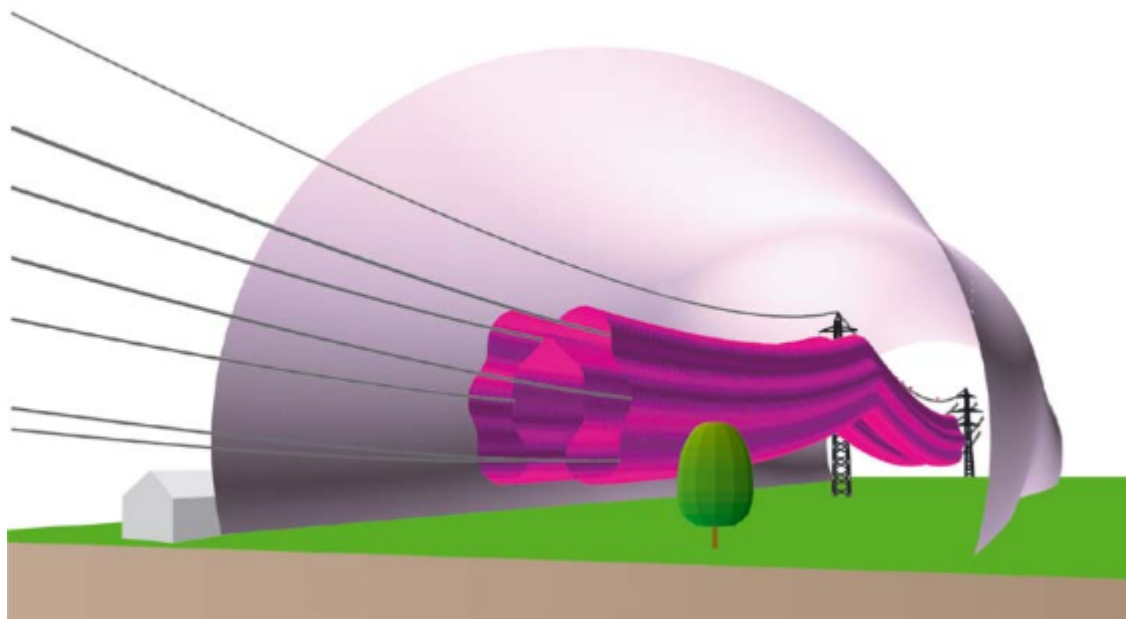


Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

Hochspannungsleitungen (Freileitungen) als Elektromog-Quelle

Wo Elektrizität erzeugt, transportiert und genutzt wird, entstehen als unvermeidliche Nebenprodukte elektrische und magnetische Felder. Je höher die Stromstärke und Spannung und je kleiner der Abstand zu den Strom führenden Anlagen, desto grösser sind diese Felder. Im Bereich der Stromversorgung treten die stärksten Belastungen in unmittelbarer Nähe von Transformatorenstationen und Hochspannungsleitungen auf.



Perspektivische Darstellung des Magnetfeldes einer typischen 380-kV-Hochspannungsleitung mit zwei Strängen bei Vollast (1920 A). Im Umkreis der sechs Strom führenden Leiterseile tritt die stärkste Belastung auf. Sie beträgt innerhalb der roten Schläuche mehr als 100 Mikrottesla (μT) und bei der Hülle des grossen Tunnels noch 1 μT .

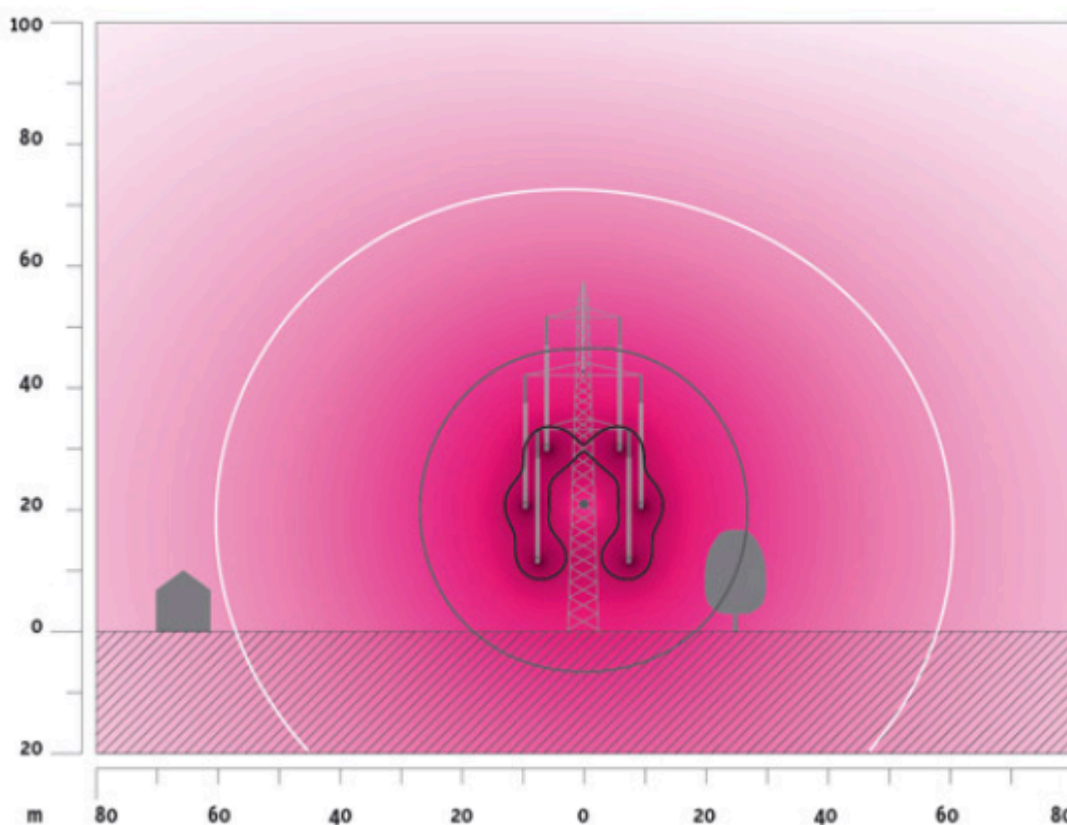
- ✓ [1. Räumliche Ausdehnung der Magnetfelder](#)
- ✓ [2. Reduktion des Magnetfeldes durch Phasenoptimierung](#)
- ✓ [3. Zeitlicher Verlauf des Magnetfeldes](#)
- ✓ [4. Elektrische Felder von Freileitungen](#)
- ✓ [5. Anforderungen und Zuständigkeiten](#)

1. Räumliche Ausdehnung der Magnetfelder von Freileitungen

Die Intensität eines Magnetfeldes wird in **Mikrotesla (μT)** angegeben. Je grösser die Stromstärke und je weiter die Abstände zwischen den Strom führenden Leiterseilen, umso grösser ist die räumliche Ausdehnung des Magnetfeldes einer Hochspannungsleitung. In der Mitte zwischen zwei Masten, wo die Leiter am tiefsten hängen, treten in Bodennähe die stärksten Belastungen auf. Sie variieren je nach Bauart der Leitung und Stromstärke. Mit zunehmender Distanz von der Leitung nimmt das Magnetfeld ab. Deshalb ist es umso schwächer, je höher über dem Boden die Leiter angebracht sind.

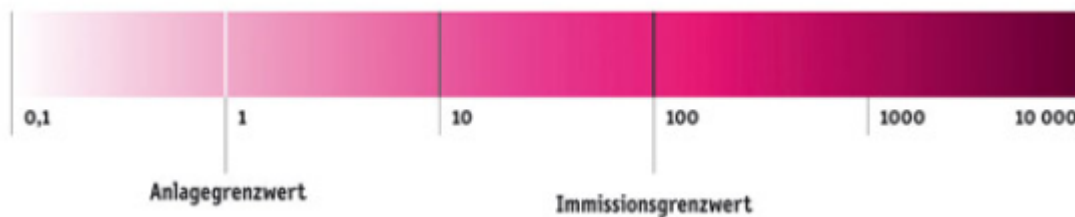
Bei Leitungen mit mehreren Strängen oder bei einem parallelen Verlauf von Hochspannungsleitungen können sich die Magnetfelder der einzelnen Stränge gegenseitig verstärken oder abschwächen. Mit einer Optimierung der Phasenbelegung lässt sich die Feldbelastung vermindern.

Gebäudemauern schirmen Magnetfelder praktisch nicht ab. Bis in eine Entfernung von 150 bis 200 m können 380-kV-Freileitungen die Magnetfeldbelastung in benachbarten Häusern deshalb erhöhen. Weiter weg ist eine normale Hintergrundbelastung vorhanden, die in Wohnungen mit Anschluss ans Elektrizitätsnetz rund 0,02 bis 0,04 μT beträgt. In der Nähe von elektrischen Geräten kann das Magnetfeld jedoch sehr viel stärker sein.



Schnitt durch das Magnetfeld der oben dargestellten Hochspannungsleitung in der Mitte zwischen zwei Masten, wo die Leiterseile am tiefsten hängen. Die Belastung nimmt mit zunehmendem Abstand von der

Leitung ab und wird durch Gebäudemauern, Bäume oder den Erdboden nicht beeinflusst. Die Bedeutung der ausgezogenen Linien ist in der Farbskala unten dargestellt.



Skala der magnetischen Flussdichte in Mikrottesla (µT)

2. Reduktion des Magnetfeldes durch Phasenoptimierung

Im Unterschied zum elektrischen Feld lässt sich das Magnetfeld nur mit grossem Aufwand abschirmen. Die beste Möglichkeit zur Begrenzung seiner Ausdehnung besteht in der günstigen Anordnung der Leiterseile sowie in einer Phasenoptimierung.

Die in den verschiedenen Leiterseilen einer Hochspannungsleitung fliessenden Wechselströme weisen zeitlich versetzte Schwingungen auf - sie haben verschiedene Phasenlagen. Je nachdem, wie die drei Phasen an den Enden einer Leitung an die Leiterseile angeschlossen sind, hat das Magnetfeld eine grössere oder kleinere räumliche Ausdehnung.

Bei einer Phasenoptimierung wird versucht, die Leiterseile elektrisch so anzuschliessen, dass die räumliche Ausdehnung des Magnetfeldes minimiert wird. Dazu dienen Simulationsprogramme, die anhand der Leiteranordnung sowie der am häufigsten vorkommenden Kombination der Lastflussrichtungen die am besten geeignete Phasenbelegung berechnen.



Ungünstige Phasenbelegung

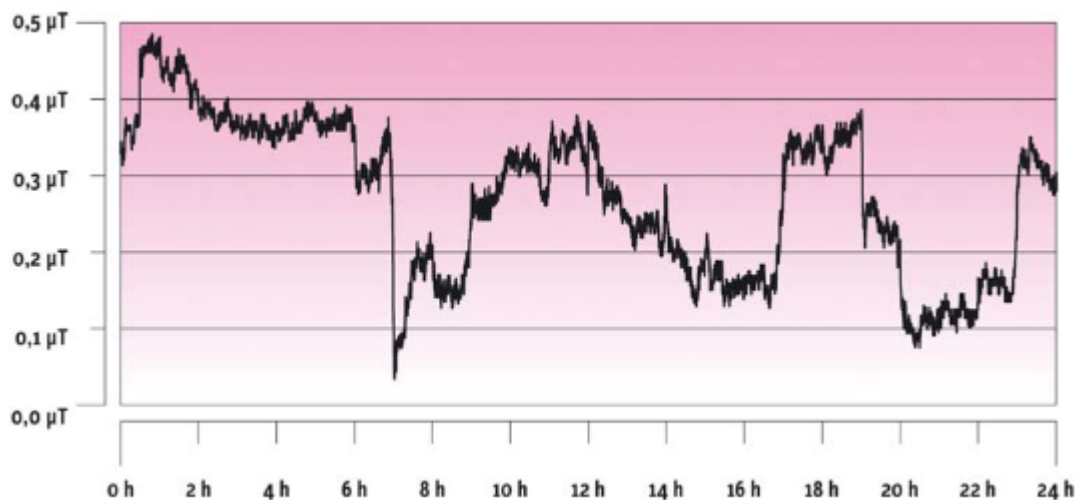
Durch eine günstige Anordnung der Leiterseile und die Optimierung der Phasenbelegung lässt sich die Ausdehnung des Magnetfeldes von Freileitungen deutlich reduzieren. Die Abbildung oben zeigt das Magnetfeld einer zweisträngigen 380-kV-Hochspannungsleitung mit optimierter Phasenbelegung. Hier ist die gleiche Leitung mit der ungünstigsten Phasenbelegung dargestellt (zum Vergrössern, Bild anklicken).

3. Zeitlicher Verlauf des Magnetfeldes bei einer Hochspannungsleitung

Das **Magnetfeld** hängt von der Stromstärke und somit vom jeweiligen Elektrizitätsverbrauch in den Haushalten und Betrieben ab. Der zeitliche Verlauf der Magnetfeldbelastung in der Umgebung einer Hochspannungsleitung widerspiegelt somit

den je nach Tages- und Jahreszeit schwankenden Stromkonsum.

Im Gegensatz zur Stromstärke bleibt die Spannung praktisch konstant. Dies gilt auch für das **elektrische Feld** einer Hochspannungsleitung, welches sich proportional zur Spannung verhält.



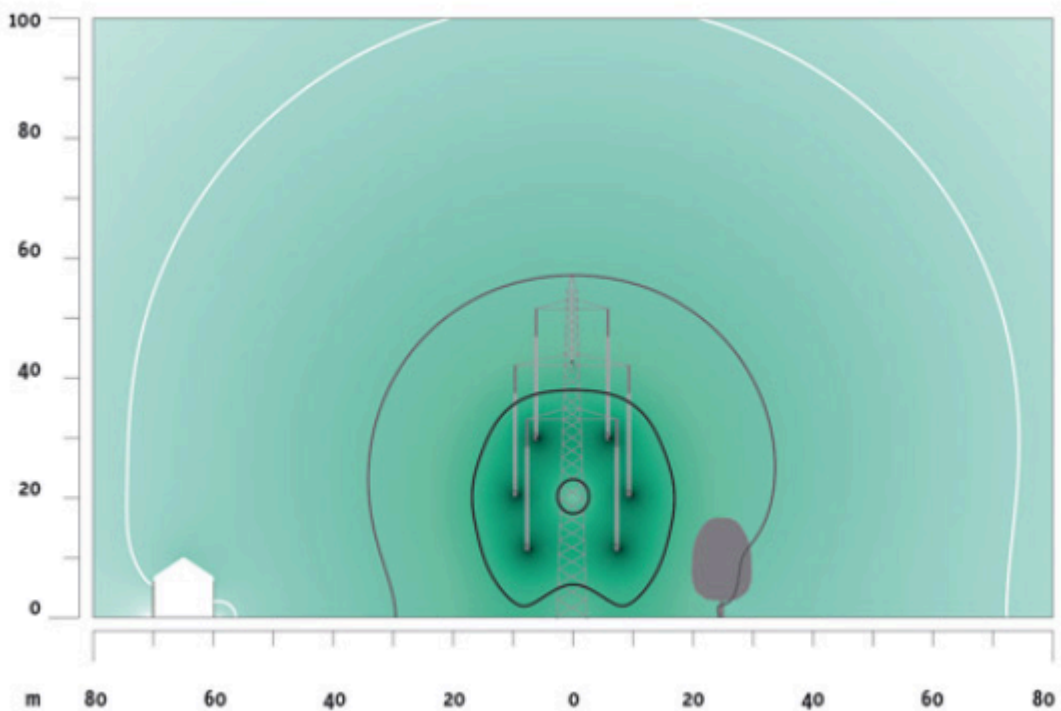
Beispiel für den zeitlichen Verlauf des Magnetfeldes in der Nähe einer 220-kV-Hochspannungsleitung während 24 Stunden an einem Werktag im Januar. Das Magnetfeld schwankt je nachdem, wie grosse Ströme die beiden Leitungsstränge führen.

4. Elektrische Felder von Freileitungen

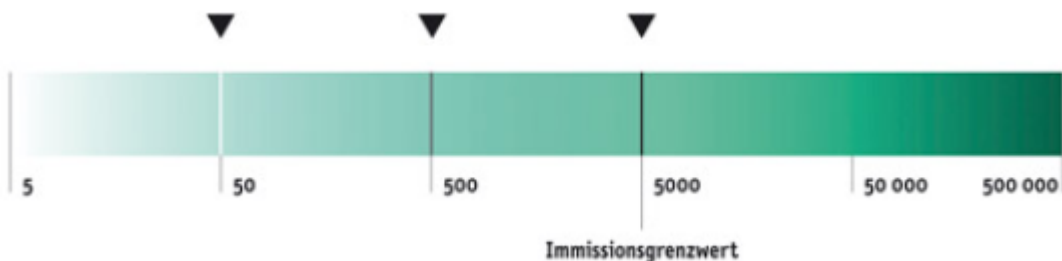
Die Stärke des elektrischen Feldes wird in **Volt pro Meter (V/m)** gemessen. Sie hängt im Wesentlichen von der Spannung und vom Abstand zum elektrischen Leiter ab.

Unter einer 380-kV-Hochspannungsleitung kann die elektrische Feldstärke in Bodennähe bis zu 5000 V/m betragen. Je tiefer die Spannung, desto geringer ist auch die Feldstärke. So misst man unter einer 220-kV-Leitung bis zu 3000 V/m, bei 110-kV-Leitungen maximal 700 V/m und unter einer 50-kV-Leitung bis zu 400 V/m. Die elektrische Feldstärke nimmt mit zunehmendem Abstand von den Leiterseilen ab, wie die Abbildung zeigt.

Schon durch schwach leitfähige Materialien wie Bäume, Sträucher oder Häuser wird das elektrische Feld verzerrt und abgeschwächt. Die Leitfähigkeit der Baustoffe von Gebäuden ist meistens ausreichend, um ein von aussen wirkendes elektrisches Feld im Innern um 90 Prozent oder mehr abzuschwächen.



Schnitt durch das elektrische Feld einer 380-kV-Hochspannungsleitung mit zwei Strängen in der Mitte zwischen zwei Masten, wo die Leiterseile am tiefsten hängen und den minimal zulässigen Abstand zum Boden aufweisen. Direkt unter der Leitung wird der Immissionsgrenzwert von 5000 Volt pro Meter gerade noch eingehalten. Gebäude, Bäume oder der Erdboden verzerren elektrische Felder und schwächen sie ab. In Wohnhäusern sind die Belastungen durch Freileitungen deshalb praktisch zu vernachlässigen. Die Bedeutung der ausgezogenen Linien ist in der Farbskala unten dargestellt.



Skala der elektrischen Feldstärke in Volt pro Meter

5. Anforderungen und Zuständigkeiten

[Hochspannungsleitungen: Anforderungen NISV](#)

Hochspannungsleitungen erzeugen elektrische und magnetische Felder und fallen in den Geltungsbereich der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV). Nachfolgend wird beschrieben, welche Anforderungen Frei- und Kabelleitungen für Wechselstrom, die eine Nennspannung von mehr als 1000 Volt (V) aufweisen, gemäss NISV erfüllen müssen. Vertiefte Erläuterungen finden sich zudem in der Vollzugshilfe zur NISV für Hochspannungsleitungen.

[Hochspannungsleitungen: Vollzugshilfen](#)

Die Vollzugshilfe für Hochspannungsleitungen umfasst Begriffsklärungen, Erläuterungen, Vollzugs-, Berechnungs- und Messempfehlungen sowie Formularvorlagen mit detaillierten Anleitungen zum Ausfüllen am PC.

[ESTI: Planvorlagen](#)

Für die Bewilligung von Hochspannungs-Freileitungen und deren NIS-Beurteilung ist das Eidgenössische Starkstrominspektorat (ESTI) zuständig.

✉ [Kontakt](#)

Letzte Änderung 23.06.2021

<https://www.bafu.admin.ch/content/bafu/de/home/themen/elektromog/fachinformationen/elektromog-quellen/hochspannungsleitungen--freileitungen--als-elektromog-quelle.html>