

---

# **Gesundheitliche Aspekte von elektrischen und magnetischen Feldern bei Hochspannungs- Gleichstrom-Freileitungen und -Kabeln sowie Drehstrom-Freileitungen**

Dr. Hannah Heinrich  
2h-engineering & -research

---

---

## **Physikalische Grundlagen**

**Elektrische Felder** werden verursacht von:

- elektrischen Ladungen
- elektrischen Ladungsunterschieden → elektrischen Spannungen

Die Einheit der elektrischen Feldstärke ist Volt/Meter [V/m]

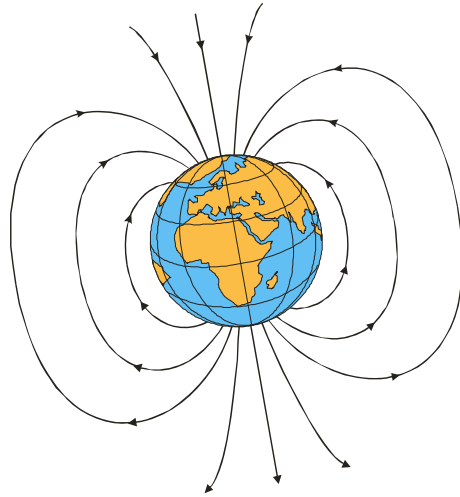
**Magnetische Felder** werden verursacht von:

- bewegten elektrischen Ladungen → elektrischen Strömen

Die Einheit der magnetischen Flussdichte ist Tesla [T]

Physikalische Grundlagen

## Natürliche elektrische und magnetische Felder



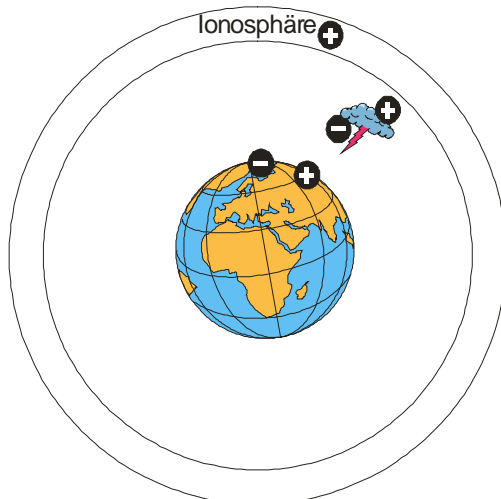
Magnetisches Feld: 20 ... 60  $\mu\text{T}$

Mittelwert in Deutschland: 45  $\mu\text{T}$

Lokale Schwankungen bis zu 1300  $\mu\text{T}$

(WoniK, 1992)

Natürliche magnetische Felder



### Elektrische Felder

- Schönwetter-Feldstärken: 0,1 - 0,5 kV/m
- Gewitter-Feldstärken: 3 - 20 kV/m
- Ionen-Stromdichten:
  - Schönwetter: 0,000002 - 0,000003  $\mu\text{A}/\text{m}^2$
  - Regen, Nebel: 0,1 - 1  $\mu\text{A}/\text{m}^2$
  - Gewitter, Hagel: 100  $\mu\text{A}/\text{m}^2$

Natürliche elektrische Felder

# Künstliche elektrische und magnetische Felder im Wohnumfeld

## Hintergrund-Informationen

- Der Mittelwert der magnetischen Flussdichte für netzfrequente magnetische Felder in deutschen Haushalten beträgt 0,01 - 0,3  $\mu\text{T}$  (max. Mittelwert 1  $\mu\text{T}$ )
- Durch die Verwendung von elektrischen Haushaltsgeräten werden jedoch extreme Schwankungen verursacht

Netzfrequente (50 Hz) magnetische Flussdichten von Haushaltsgeräten	
Entfernung	Magnetische Flussdichte
30 cm	0,01 - 1 $\mu\text{T}$
3 cm	0,3 - 2000 $\mu\text{T}$

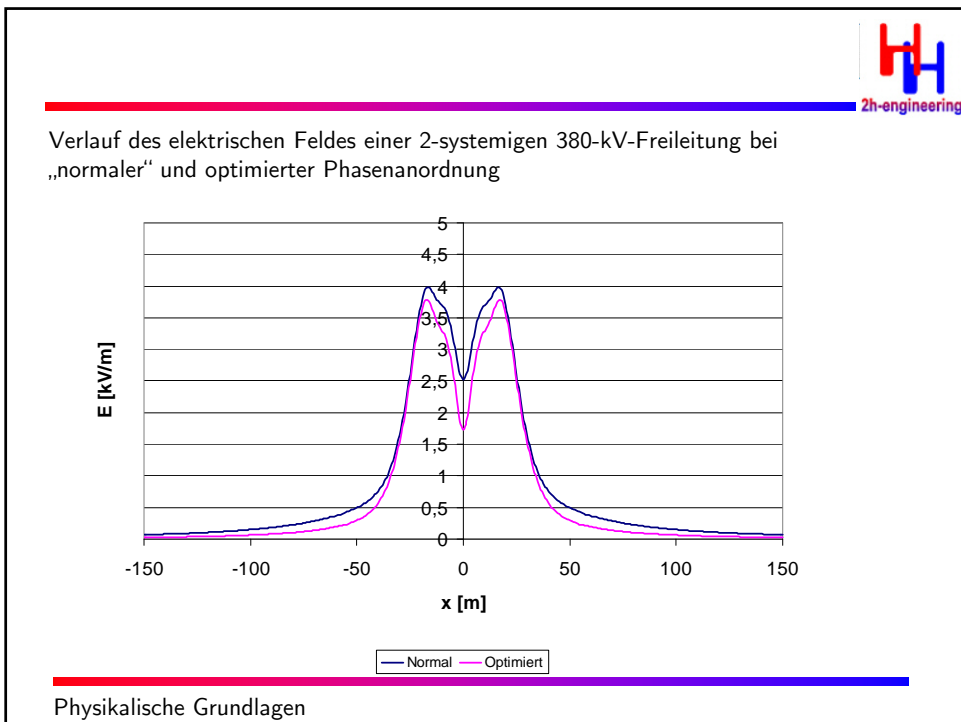
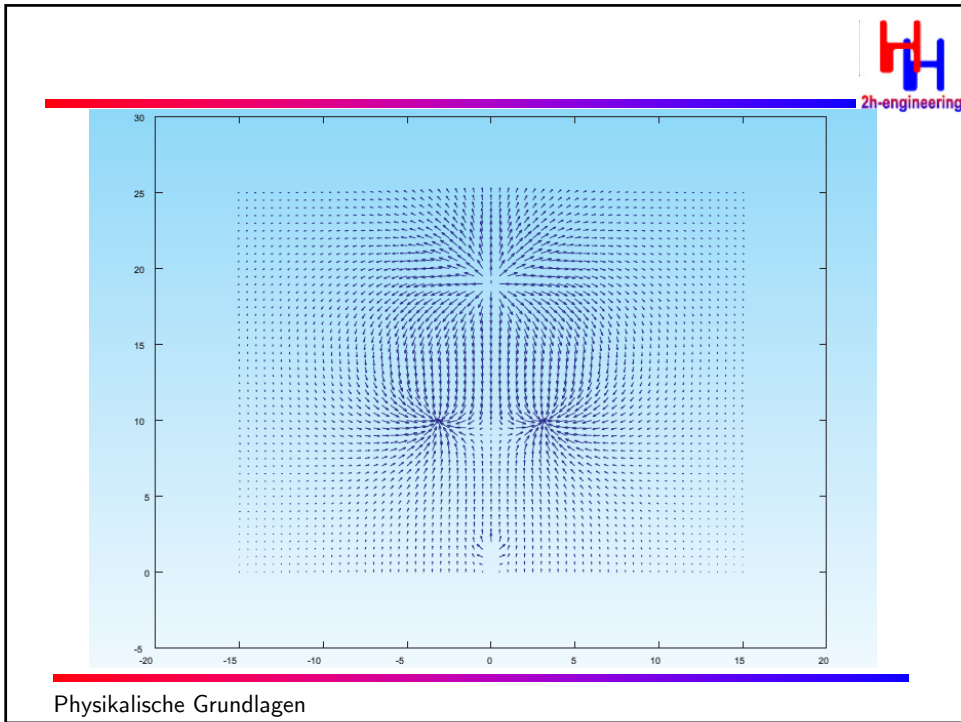
# Elektrische und magnetische Felder von Hochspannungs-Freileitungen

## Hochspannungs-Drehstrom- und HGÜ-Freileitungen

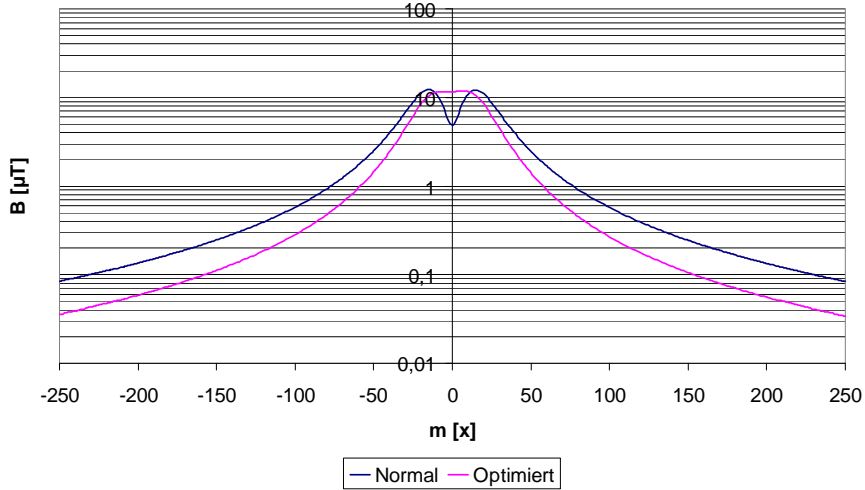
- die höchsten elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten treten zwischen den Leiterseilen auf
- am Erdboden und mit zunehmender Entfernung von der Trassenachse nimmt sowohl die elektrische Feldstärke als auch die magnetische Flussdichte rasch ab
- bei mehrsystemigen Hochspannungs-Drehstrom- und HGÜ-Freileitungen kann durch eine Optimierung der Phasenbelegung eine weitere Reduzierung der elektrischen Feldstärke und magnetischen Flussdichte erreicht werden

### HGÜ-Freileitungen:

Evtl. auftretende Koronaentladungen an den positiven Leiterseilen sind lauter, deswegen ordnet man diese bevorzugt auf den oberen Mastebenen an

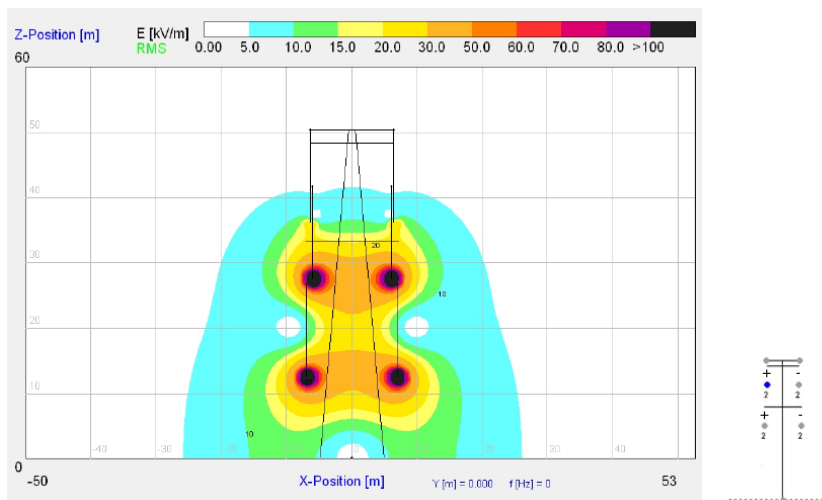


Verlauf des magnetischen Feldes einer 2-systemigen 380-kV-Freileitung bei „normaler“ und optimierter Phasenordnung



Physikalische Grundlagen

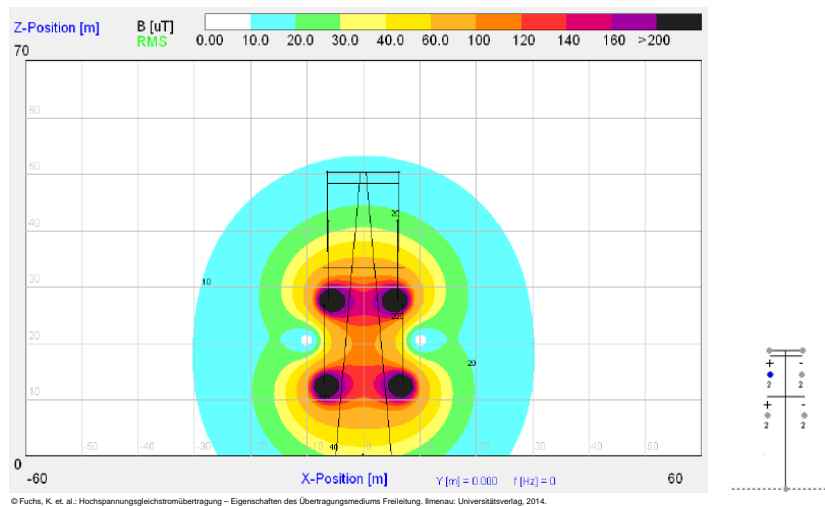
Verlauf des elektrischen Feldes einer 2-systemigen  $\pm 500$ -kV-HGÜ-Freileitung



© Fuchs, K. et al.: Hochspannungsgleichstromübertragung - Eigenschaften des Übertragungsmediums Freileitung. Ilmenau: Universitätsverlag, 2014.

Physikalische Grundlagen

## Verlauf des magnetischen Feldes einer 2-systemigen $\pm 500$ -kV-HGÜ-Freileitung



Physikalische Grundlagen

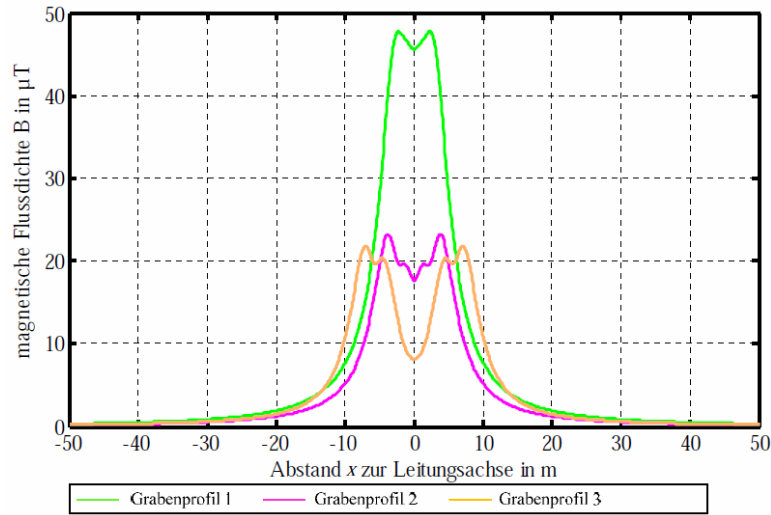
## HGÜ-Kabel

- keine elektrischen Felder in der Umgebung des Kabels
- mit zunehmender Entfernung zum Erdboden und von der Trassenachse nimmt die magnetische Flussdichte sehr rasch ab

Physikalische Grundlagen

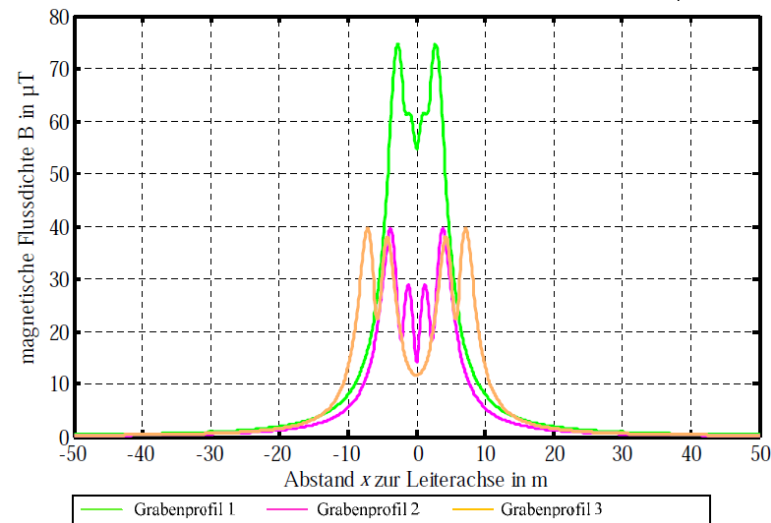


## Magnetische Flussdichten für unterschiedliche HGÜ-Kabelgrabenprofile (1 m ü. EOK)



Physikalische Grundlagen

## Magnetische Flussdichten für unterschiedliche HGÜ-Kabelgrabenprofile (0,2 m ü. EOK)



Physikalische Grundlagen

# Physiologie

## Biologische Wirkungen elektrischer Felder:

- ➔ Direkte Wirkungen statischer und niederfrequenter (50 Hz) elektrischer Felder sind ohne Belang  
  
Bei Kabeln treten im Aussenraum keine zusätzlichen elektrischen Felder auf
  
- ➔ Mittelbare Wirkungen (Berührungsspannungen, -ströme beim Berühren von leitfähigen im Feld befindlichen Objekten) müssen jedoch berücksichtigt und ggf. begrenzt werden  
  
Trifft nicht auf Kabeltrassen zu, da kein elektrisches Feld im Aussenraum vorhanden ist

### Biologische Wirkungen magnetischer Felder:

- ➔ Direkte Wirkungen statischer magnetischer Felder wie sie im Bereich von HGÜ-Freileitungen und -Kabeltrassen auftreten sind ohne Belang
- ➔ Die magnetischen Flussdichten unterschreiten selbst in Leitungstrasse von HGÜ-Freileitungen die Werte des Erdmagnetfelds und liegen bei HGÜ-Kabeltrassen in dessen Größenordnung
- ➔ Magnetische Wechselfelder (50 Hz) von Drehstromfreileitungen unterschreiten selbst in Leitungsachse die Grenzwerte der 26. BImSchV erheblich
- ➔ In einem Abstand von mehr als etwa 150 m zur Trassenmitte der Drehstrom-Freileitung überwiegen meist die Expositionen durch magnetische Felder der Hausinstallation

Physiologie

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

