

Bürgerdialog Hochspannungsfreileitungen

13.12.2011

Rathaus Dortmund

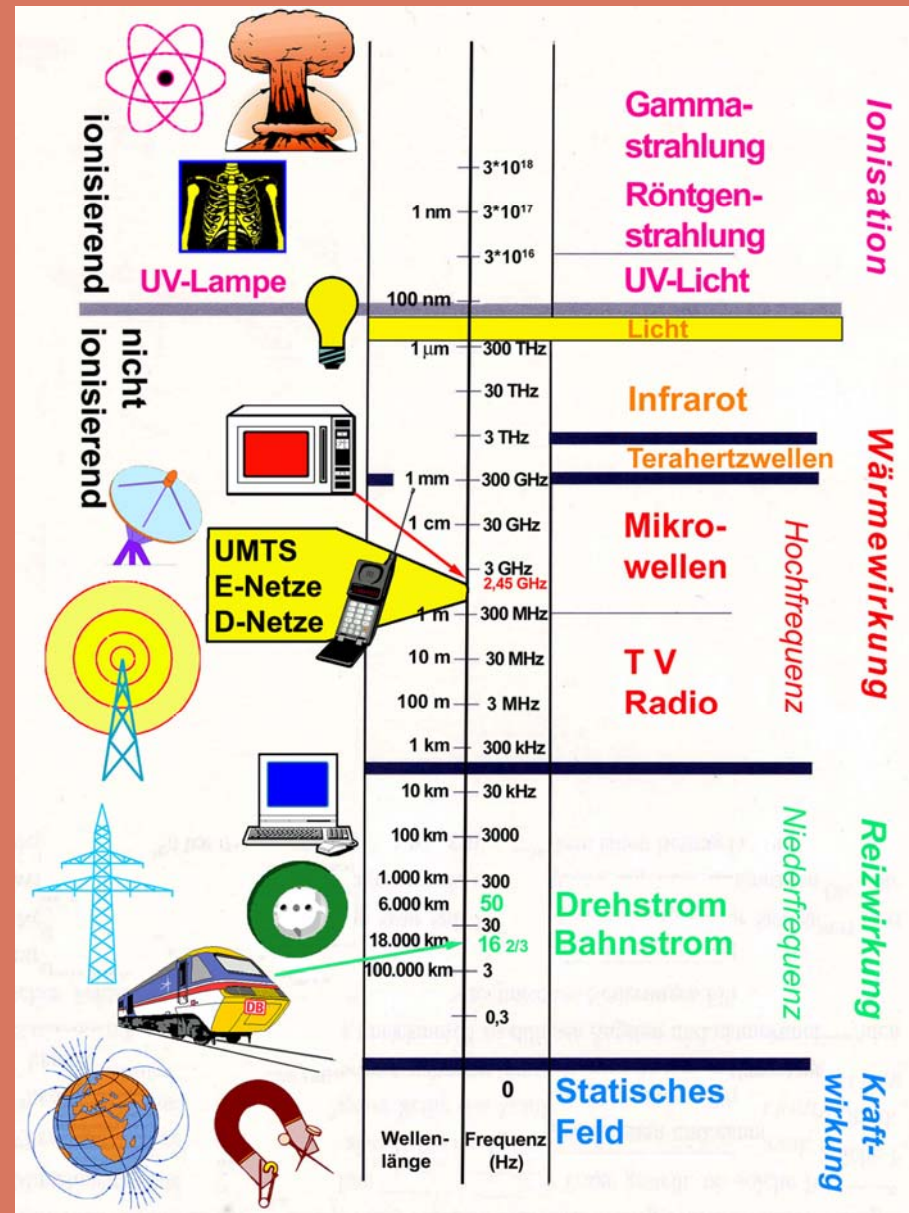
Dr. Klaus Trost

Wissenschaftsladen Bonn e.V.

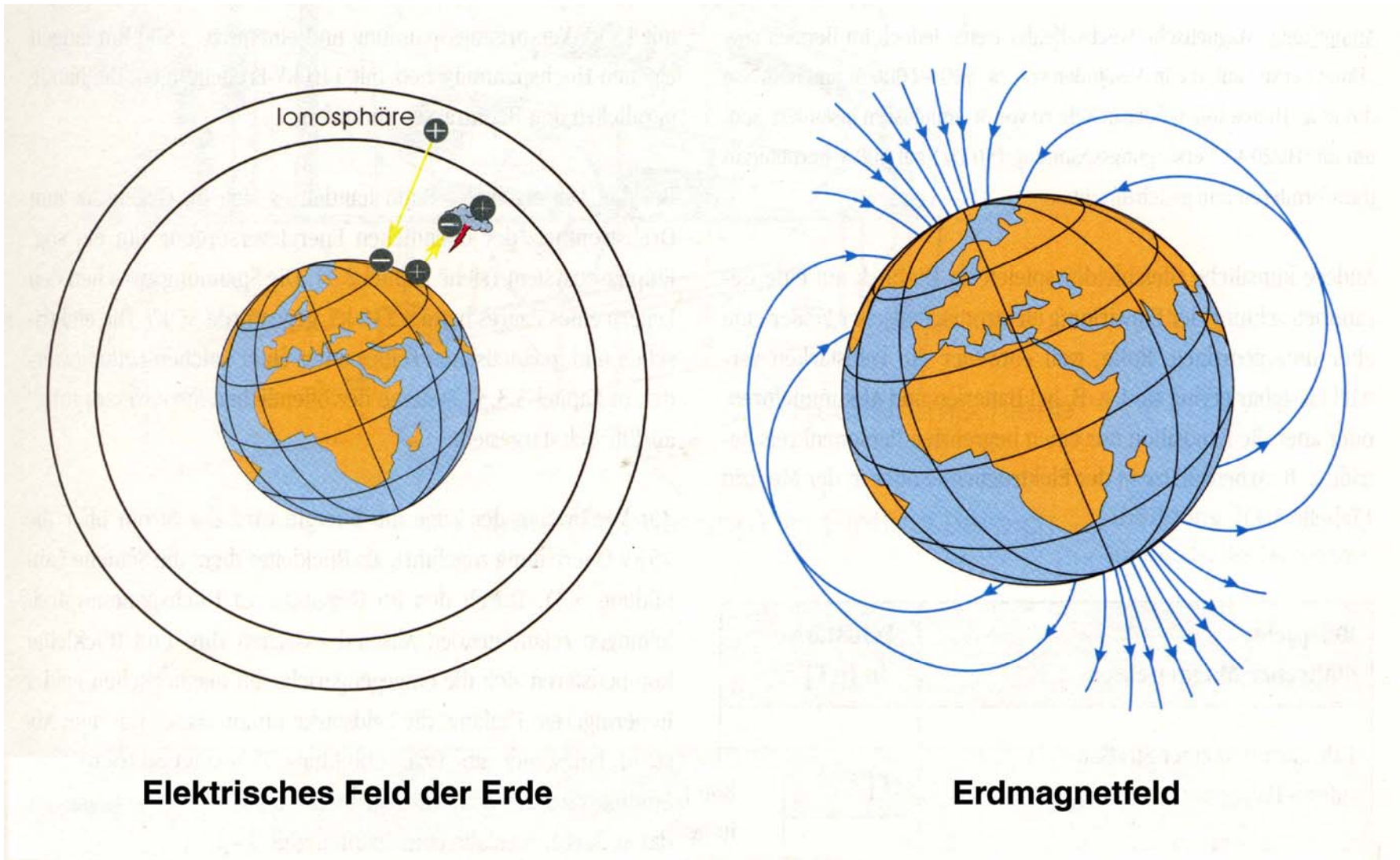
Elektromagnetisches Frequenzspektrum

Das Frequenzspektrum der elektromagnetischen Felder erstreckt sich z.B. vom Erdmagnetfeld mit der Frequenz 0 Hz bis zu den Röntgen- und Gammastrahlen mit extrem hohen Frequenzen. Mit der Frequenz ändern sich auch die physikalischen und biologischen Eigenschaften.

Die in Deutschland von Hochspannungsleitungen erzeugten Felder haben die Frequenz 50 Hz (öffentliches Stromnetz) bzw. 16,7 Hz (Bahnstromnetz).



Natürliche elektrische und magnetische Felder der Erde



Elektrisches Feld der Erde

Erdmagnetfeld

Elektromagnetische Felder an Hochspannungsleitungen

Elektrisches Feld E

Elektrische Felder entstehen durch die elektrische Spannung, ihre Stärke ist proportional der Höhe der Spannung [V, kV]. Die Stärke des elektrischen Feldes wird gemessen in Volt/Meter [V/m].

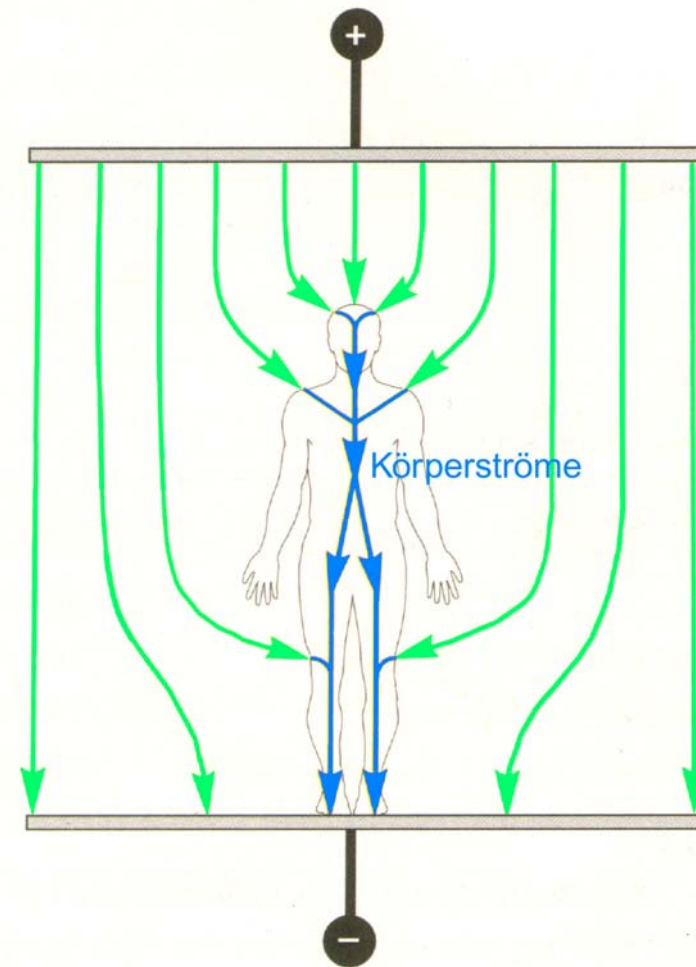
Magnetfeld B

Magnetfelder entstehen durch fließenden Strom, ihre Stärke ist von der Stromstärke [A] abhängig. Die Stärke (magnetische Induktion) wird gemessen in den Einheiten Tesla [T], Mikrottesla [μT] oder Nanotesla [nT].



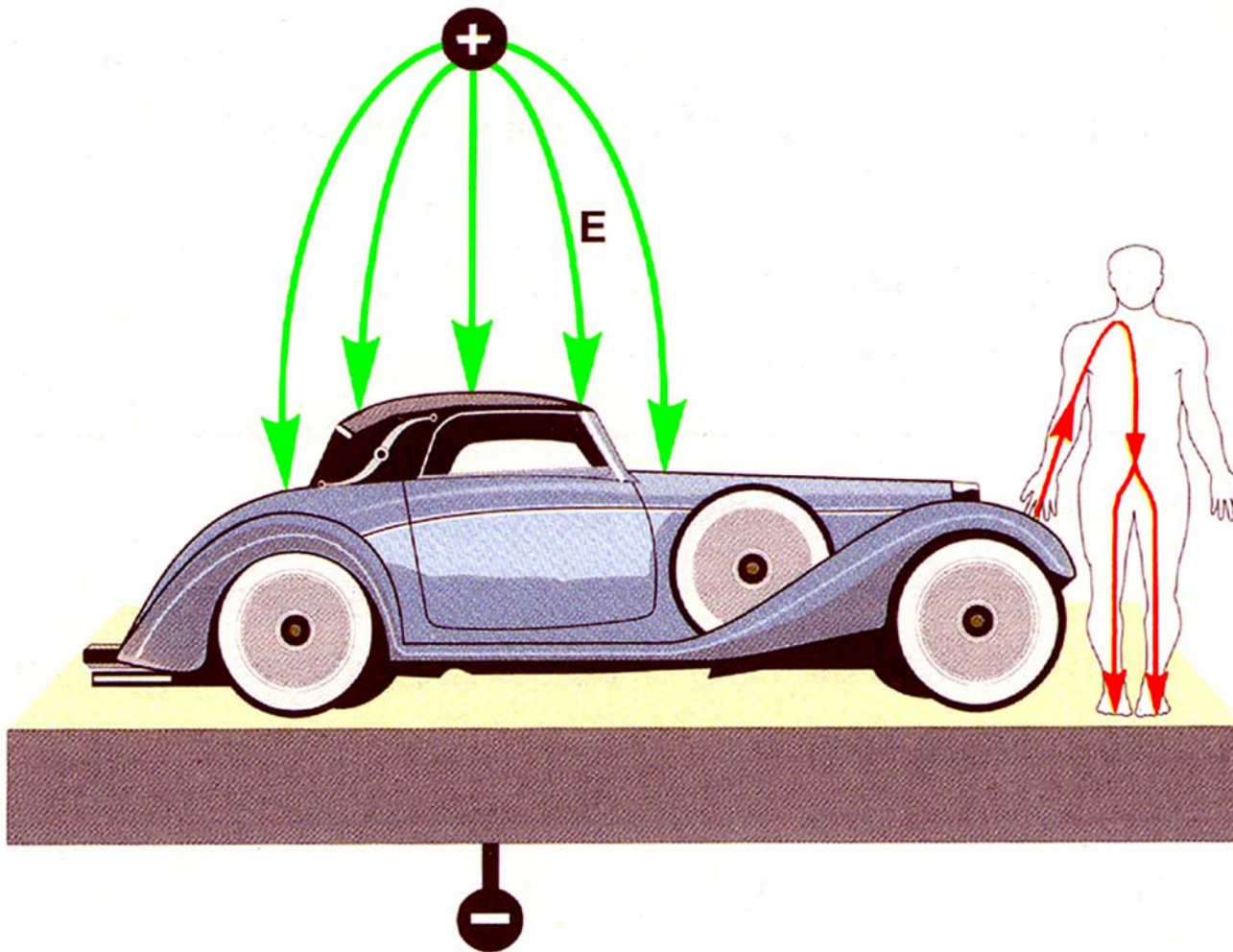
Direkte Wirkung des elektrischen Feldes

Elektrische Felder verursachen in elektrisch leitfähigen Gebilden elektrische Verschiebestrome. Wenn das Feld ein Wechselfeld ist, fließen elektrische Wechselströme, so lange der Körper dem Feld ausgesetzt ist.



Direkte Wirkung des elektrischen Feldes

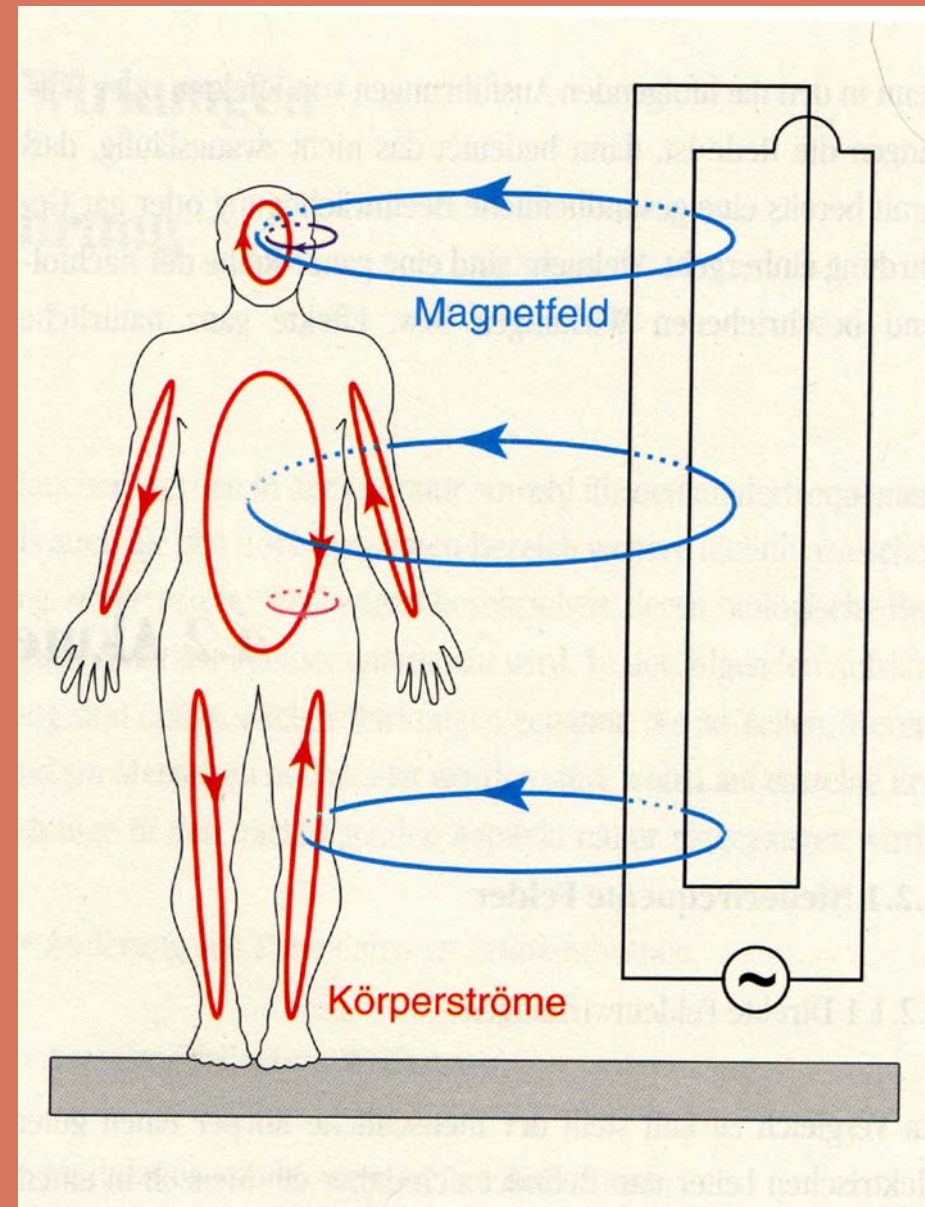
Indirekte Wirkung des elektrischen Feldes



Im elektrischen Feld werden Gegenstände elektrisch aufgeladen, wenn sie genügend gut gegen Erde isoliert sind. Die Berührung blanker Metallteile an großen metallischen Gegenständen (z.B. LKWs, aber auch isoliert aufgehängte Metallzäune) unter 380 kV-Hochspannungsleitungen kann zu spürbaren elektrischen Stromschlägen führen.

Direkte Wirkung des Magnetischen Wechselfeldes

Magnetische Wechselfelder erzeugen durch den Induktionseffekt in elektrisch leitfähigen Gebilden elektrische Wirbelströme. Statische Magnetfelder (z.B. Magnetfeld der Erde) haben diesen Effekt bei ruhenden Körpern nicht.



Akute biologische Wirkungen elektrischer und magnetischer Felder mit der Feldfrequenz 50 Hz

Wirkungen	Feldintensität	
	Elektr. Feld V/m	Magnetfeld μT
Vorübergehende biologische Wirkungen (Hautkribbeln, Benommenheit)	2.500 - 25.000	100 - 1.000
Belästigung und Beeinträchtigung des Wohlbefindens, optische Sinneseindrücke (Magnetophosphene), Nervensystemeffekte	> 25.000	> 1.000
Veränderungen in der Erregbarkeit des zentralen Nervensystems, unwillkürliche Muskelkontraktionen	> 250.000	> 10.000
Störung des Herzrhythmus, Herzkammerflimmern, akute Lebensgefahr möglich	> 2.500.000	> 100.000



Klassifizierung der Evidenz wissenschaftlicher Forschungsergebnisse (ECOLOG-Institut)

Nachweis

Es liegen übereinstimmende Ergebnisse identischer Untersuchungen vor.

Der biologische Wirkmechanismus ist in allen Einzelschritten bekannt.

Konsistenter Hinweis

Es liegen starke Hinweise aus unterschiedlichen Untersuchungsansätzen mit gleichem Endpunkt vor.

Starker Hinweis

Es liegen übereinstimmende Ergebnisse vergleichbarer Untersuchungen vor.

Hinweis

Es liegen ähnliche Ergebnisse vergleichbarer Untersuchungen vor.

Schwacher Hinweis

Es liegen einzelne Untersuchungsergebnisse vor.

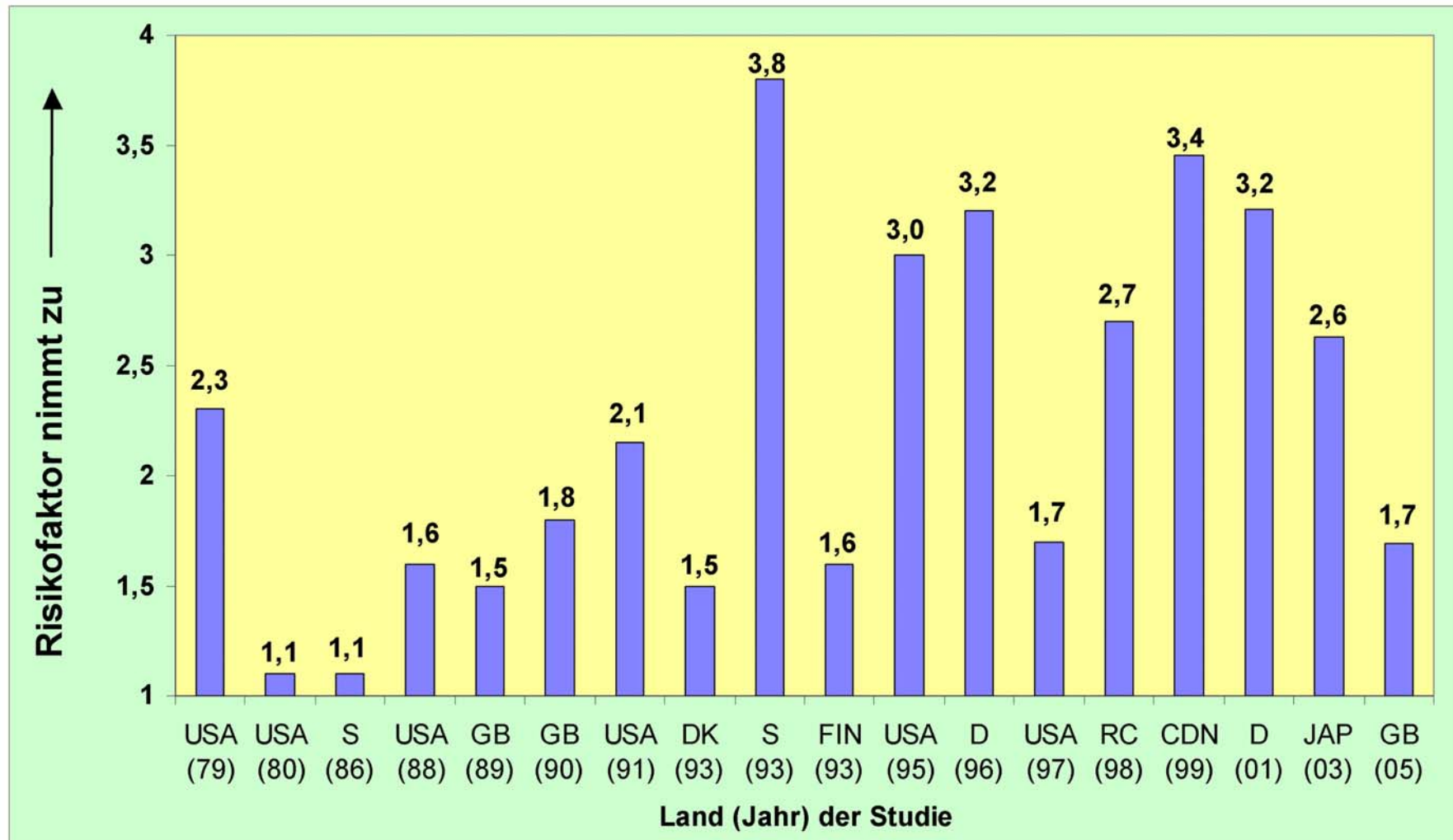
Klassifizierung der gesundheitlichen Auswirkungen und biologischen Effekte niederfrequenter Magnetfelder (ECOLOG)

Wirkung/Effekt	Methode	B [μT]	Klassifizierung der wiss. Hinweise
Leukämie	Epidemiologie, Kinder	0,2	konsistent
Kognitive Funktionen, Lernverhalten, Befinden	Experiment Mensch	0,5	konsistent
	Experiment Tier	50	konsistent
Herzinfarkt	Epidemiologie/ klin. Untersuchungen	1	konsistent
Herzschlagraten-Variabilität	Experiment Mensch	20	konsistent
Wirkung auf die Melatoninproduktion	Experiment Mensch	10	konsistent
	Experiment Tier	15	konsistent
Beeinflussung der Aktivität des Enzyms Ornitin-Decarboxylase (OCD)	Experiment Tier	4	konsistent
	Experiment Zelle	10	konsistent
Alzheimer Krankheit	Epidemiologie	unter 1	stark
Amyotrophische Lateralsklerose ALS	Epidemiologie	unter 1	stark

Gesetzliche Grenzwerte und Vorsorge-Richtempfehlungen

	elektr. Feldstärke [V/m]	magnet. Induktion [μ T]
26. BImSchV 1997	5.000	100
NISV (Schweiz) 2000	kein Anlagegrenzwert	1,0 (Anlagegrenzwert)
Abstandserlass NRW 1998	1.300	10
NCRP (USA) 1995	10	0,2
TCO-Norm 1991	10	0,2
Katalyse-Institut 1994	10 - 20	0,2 - 0,4
Ecolog-Institut 2000	20	0,1
König/Folkerts 1992	50	0,1 - 1,0
Baubiologie 1995	1	0,02

Leukämierisiken bei Kindern und 50/60 Hz Magnetfeldexposition im Wohnbereich



Möglichkeiten zur Reduktion magnetischer Feldimmissionen bei Hochspannungsleitungen

- Vergrößerung des Abstandes zwischen Trasse und Wohnbebauung
- Erhöhen der Masten
- Kompakt- oder Ultrakompaktmasten statt Standardmasten
- Ersatz von Freileitungen durch Erdkabel
- Phasenoptimierung
- Verbesserte Kompensation durch Aufspaltung der Strompfade
- Kompensation durch Gegenfelder (sehr aufwändig, keine Langzeiterfahrungen, Reduktion über 90 %)
- (Abschirmen der Feldquelle)



Vorteile

Schutz gegen Schäden durch Blitz, Sturm, Eis, Sabotage oder Terrorismus

Übertragungsverluste kleiner als bei Freileitungen

Elektromagnetische Belastung der Umgebung wesentlich geringer

Keine Störung des Landschaftsbildes. Bäume dürfen im Bereich der Trasse allerdings nicht wachsen.

Widerstand der Anwohner gegen den Bau einer Trasse geringer

Keine sozialen Kosten durch Entwertung von Immobilien oder durch Umweltbeeinträchtigungen (Vogelschlag, Geräusche)

Keine Ionisierung der Luft, kein Ozon

Nachteile

Höhere Baukosten (bei 380 kV 3 - 5fach im Vergleich zu Freileitungen)

Geringere Lebensdauer (ca. 40 Jahre) im Vergleich zur Freileitung (80 Jahre)

Keine Modernisierung durch Nachrüsten möglich

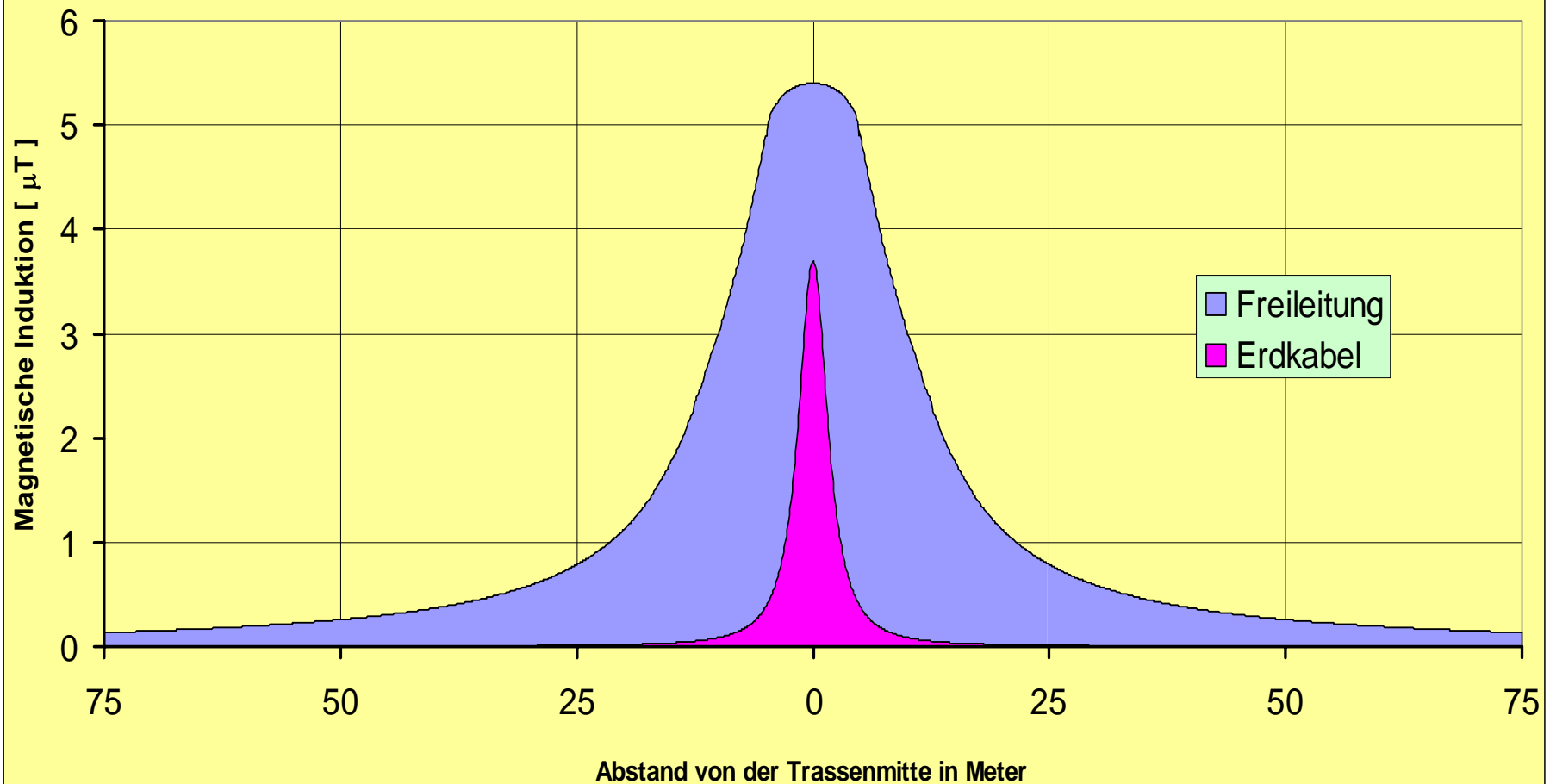
Höhere Verluste durch Blindströme (nur bei Wechselstrom)

Lokalisieren und Beheben von Schäden langwierig und teuer

Zum Erhalt der Betriebssicherheit sind häufigere und aufwändigere Überprüfungen erforderlich als bei Freileitungen.

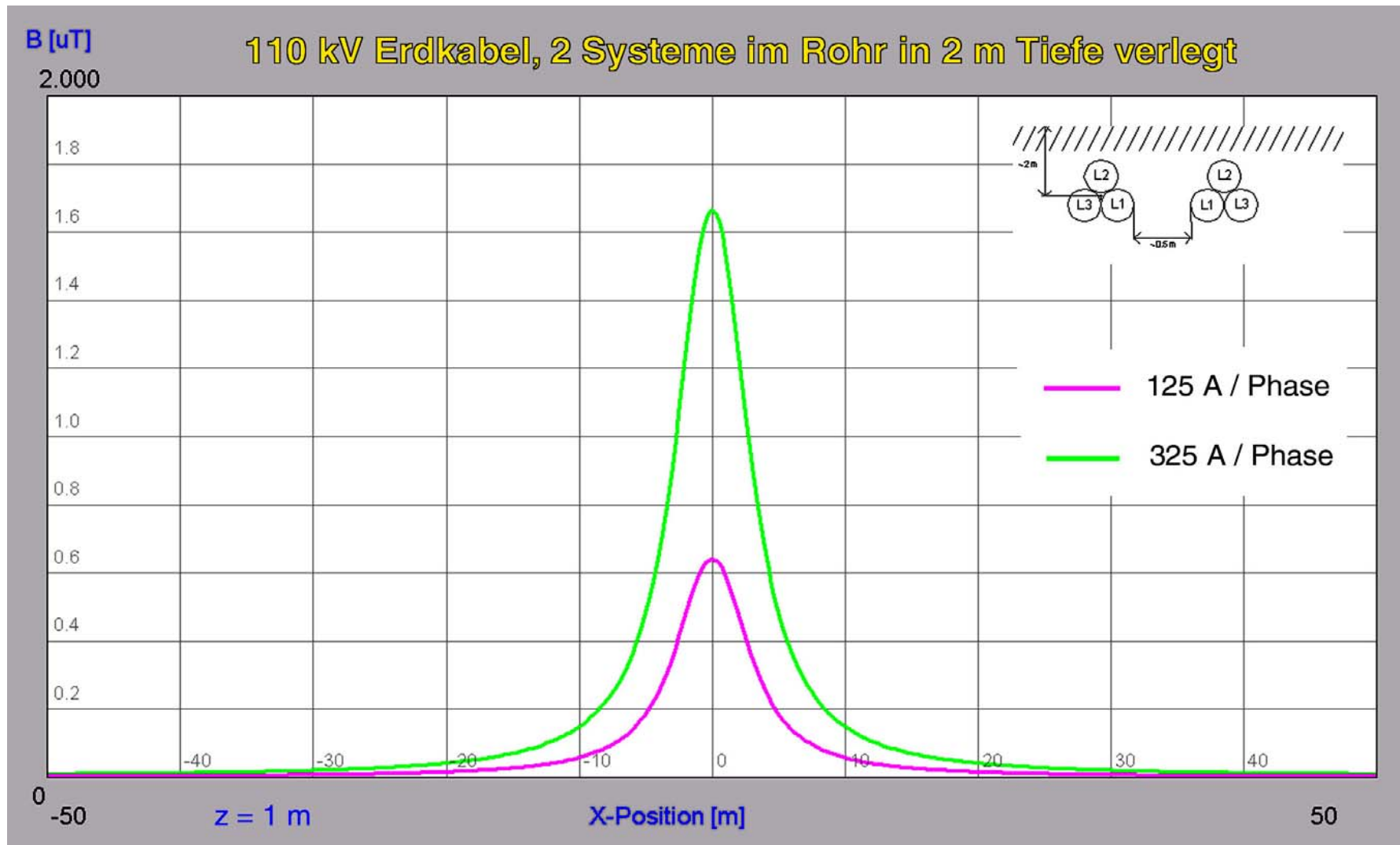
Über einer Kabeltrasse darf nicht gebaut werden.

Vergleich der Querprofile der Magnetfelder einer 110 kV Freileitung und eines 110 kV Hochspannungserdkabels 1 m über dem Boden, Stromstärke 325 A

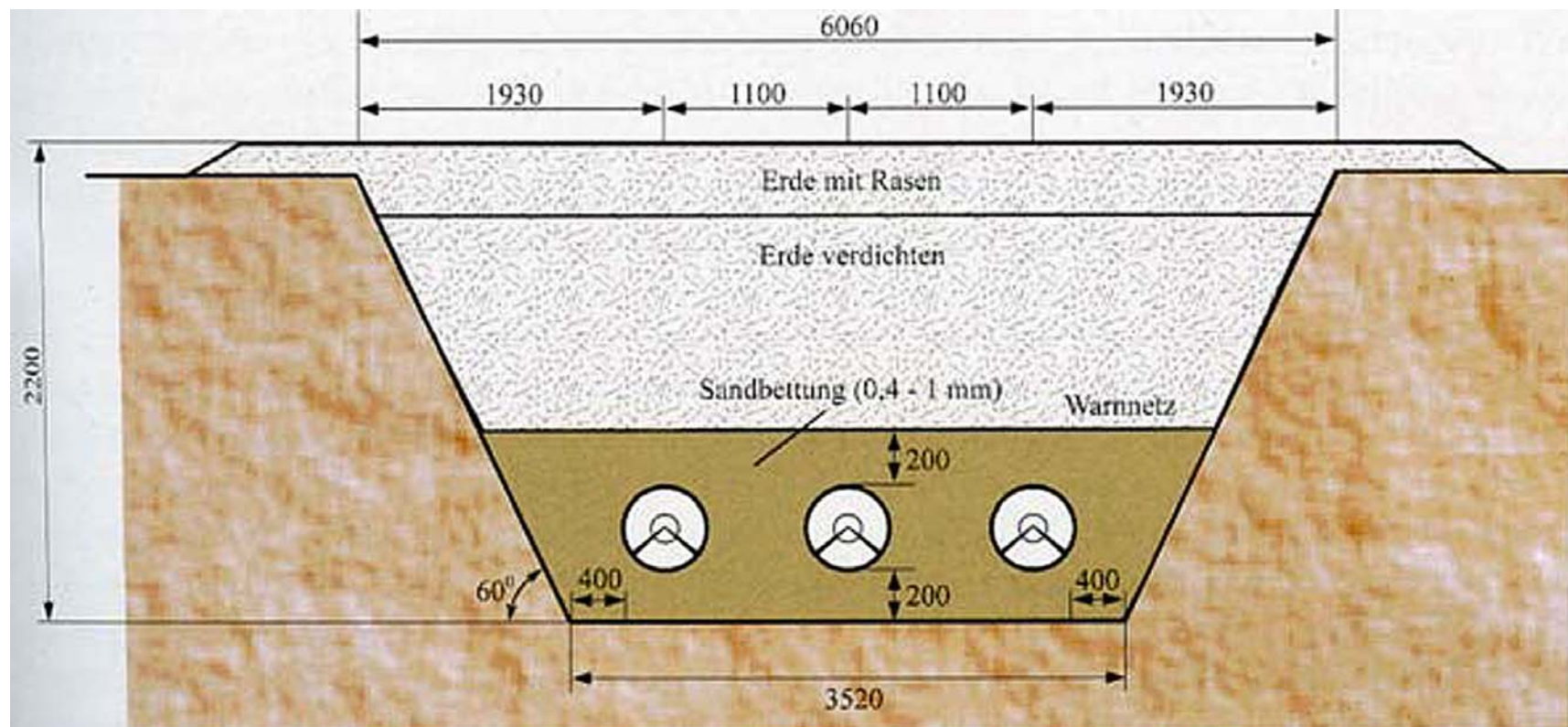


Quelle: Informationszentrale der Elektrizitätswirtschaft

Magnetische Induktion im Bereich eines 110 kV-Erdkabels bei durchschnittlicher Stromlast und bei Nennlast (325 A)



Erdverlegung einer 380 kV-Leitung mit gasisolierten Kabeln



Moderne 380 kV Ultrakompaktleitung neben alter Leitung (Dubai)



380 kV-Höchstspannungsleitung mit Wintrack-Kompaktmasten (Niederlande)



Kompaktmasten

Vorteile

- Geringere Breite, auch geringere Höhe möglich
- Besserer Landschaftsschutz
- Durch Kompensationseffekte schwächere Feldemissionen
- Weniger Platzbedarf für die Masten
- Mit Stahlrohrmasten schnellerer Aufbau der Leitung

Nachteile

- Höhere Verluste durch Blindströme
- Aufwändigere Aufhängung der Leiterseile
- Wegen potentiell höherer Defektanfälligkeit mehr Wartung
- geringerer Mastabstand, daher mehr Masten erforderlich



Einige planerische Leitlinien, die beim Neubau oder beim Aufrüsten von Hochspannungsleitungen beachtet werden sollten (soweit technisch möglich und wirtschaftlich vertretbar)

- Einsatz der besten verfügbaren Technik zur Minimierung der Beeinträchtigung des Landschaftsbildes (Erdkabel, Kombileitungen, Kompaktmasten)
- Einsatz der besten verfügbaren Technik zur Minimierung der elektrischen und magnetischen Feldimmissionen im Bereich der Leitung (Erdkabel, Kompaktmasten, Phasenoptimierung)
- Optische Wahl der Trassenführung (z.B. Anpassung an Linien der Landschaft, keine Masten auf Hochpunkten)
- Farbliche Anpassung der Tragmaste und Leiterseile an die Landschaft durch entsprechende Beschichtung
- Minimierung des Flächenbedarfs durch Masten (möglichst große Mastabstände; Masttypen mit geringer Spreizung, z.B. Stahlrohrmasten)

