



1

Übersicht

- Grundlagen/Unterscheidungen
- Gesundheitliche Wirkungen magnetischer Felder
- Ableitung von Schutz- und Vorsorgewerten
- Lösungen, Konsequenzen

Wilfried Kühling: HWÜ Blankenfelde-Mahlow 2024

2

2

1. Grobe Unterscheidung der Feldquellen:

- **Unerwünschte Abstrahlung:**
 - Quellen mit **niederfrequenten Wechselfeldern**, z. B. Anlagen zur Hochspannungs-Wechselstromübertragung (**HWÜ**) als 50-Hz-Hochspannungs-Freileitungen/ Haushaltsstrom; 16,7-Hz-Bahnstromleitungen
 - Hochspannungs-**Gleichstromübertragung (HGÜ)**,
- **Gezielte Abstrahlung** (in die Aufenthaltsbereiche des Menschen hinein):
 - Quellen, die **hochfrequente** Felder ausstrahlen (z. B. Anlagen/Geräte des Mobil-/Kommunikationsfunks).



Wilfried Kühling: HWÜ Blankenfelde-Mahlow 2024

3

3

Stromübertragungstechnologien

- Konventionelle 380 kV Drehstromfreileitungen
- 800 kV Drehstromfreileitungen
- Erdverlegte 380 kV Drehstromkabel
- Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ) auf der Basis von Freileitungen
- Erdverlegte HGÜ-Kabel
- Gasisolierte Leiter (GIL)

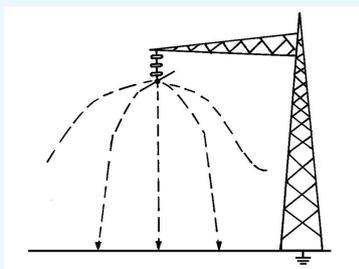
Wilfried Kühling: HWÜ Blankenfelde-Mahlow 2024

4

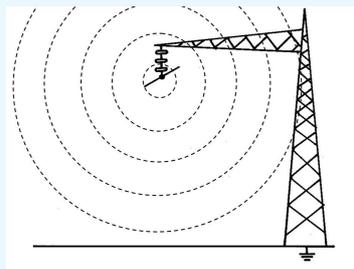
4

Niederfrequente Felder (50 Hz/ 16,7 Hz)

Elektrisches Feld:
wenn Ladungen getrennt werden, entsteht zwischen den Polen ein elektrisches Feld



Magnetisches Feld:
jeder stromdurchflossene Leiter ist von einem Magnetfeld umgeben



Wilfried Kühling: HWÜ Blankenfelde-Mahlow 2024

7

7

Magnetfeldbelastung Freileitung

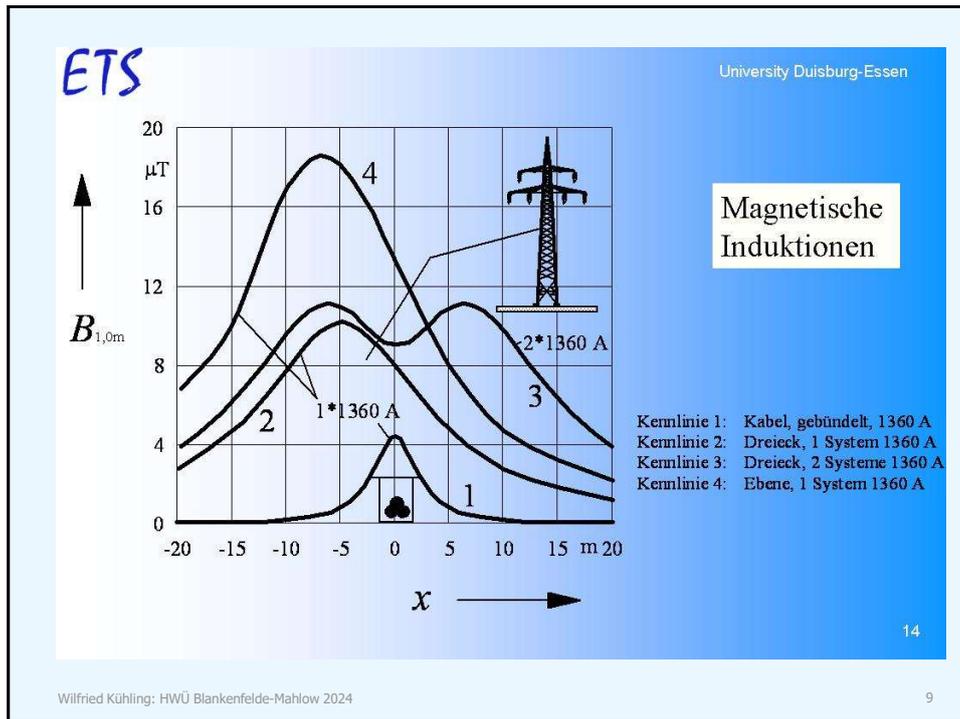


Perspektivische Darstellung des Magnetfeldes einer typischen 380-kV-Hochspannungsleitung mit zwei Strängen bei Vollast (1920 A). Im Umkreis der sechs Strom führenden Leiterseile tritt die stärkste Belastung auf. Sie beträgt innerhalb der roten Schläuche mehr als 100 Mikrottesla (μT) und bei der Hülle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

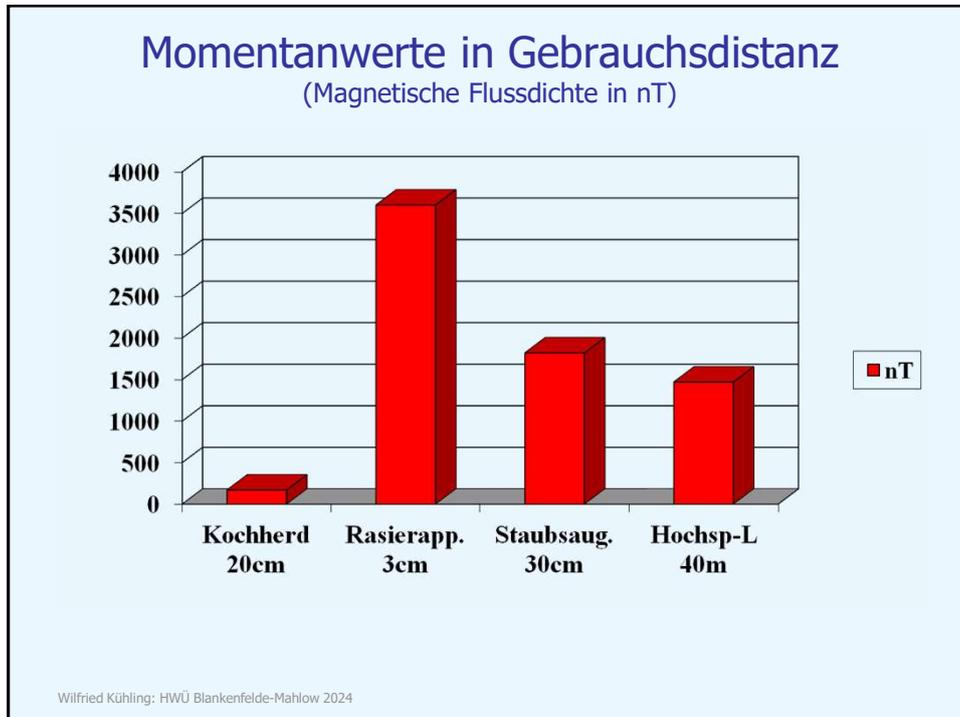
Wilfried Kühling: HWÜ Blankenfelde-Mahlow 2024

8

8

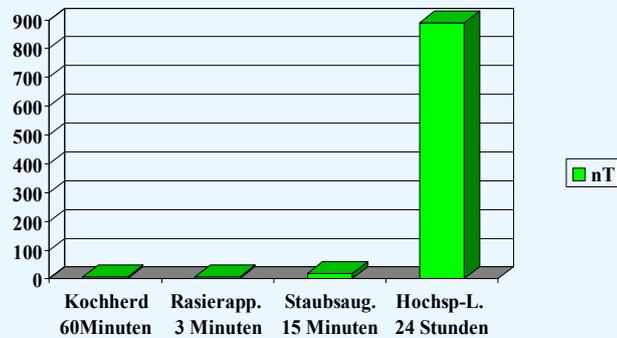


9



11

24 h-Mittelwerte in Gebrauchsdistanz (Magnetische Flussdichte in nT)



Wilfried Kühling: HWÜ Blankenfelde-Mahlow 2024

12

Wesentliche Faktoren hinsichtlich Stärke und Verteilung der elektrischen und magnetischen Felder im Umfeld einer Hochspannungsfreileitung sind:

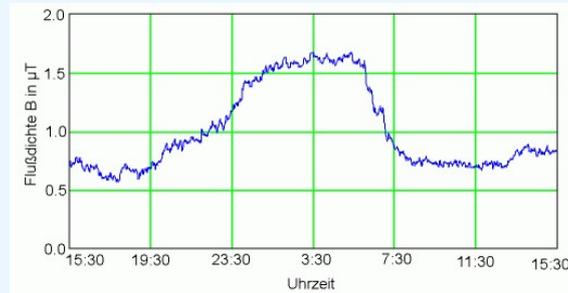
- Spannung,
- Stromstärke,
- Form des Mastes und Anordnung der Leiterseile,
- Anzahl der Leiterseile,
- Abstand der Leiterseile vom Boden.

Wilfried Kühling: HWÜ Blankenfelde-Mahlow 2024

13

13

24 Stunden-Verlauf an einer 380 kV-Freileitung



Schwankungen der magnetischen Flussdichte um eine 380 kV-Freileitung über einen Zeitraum von 24 Stunden. (Messort: etwa 50 m Abstand zur Freileitung in der Mitte zwischen zwei Masten, Messhöhe: 3 Meter). Quelle: LfU BW

Wilfried Kühling: HWÜ Blankenfelde-Mahlow 2024

15

15

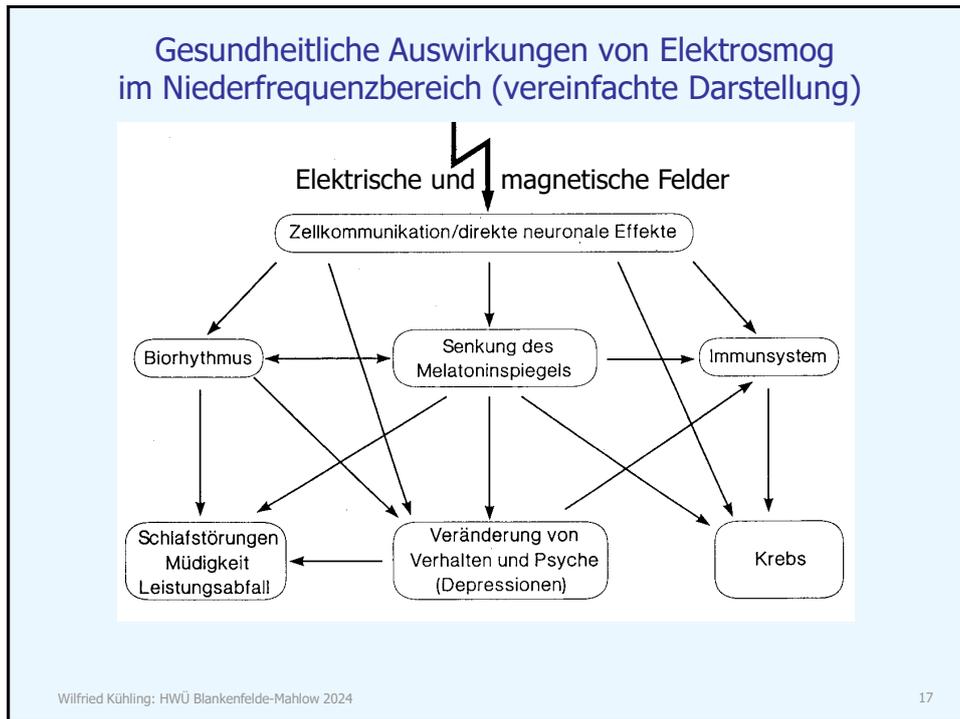
2. Gesundheitliche Wirkungen

- Grundlagen:
 - Körperfunktionen sind mit **elektrischen Strömen** verbunden: Verschiebung elektrisch geladener Teilchen (Ionen) z. B. bei Stoffwechselfvorgängen.
 - Nerven übertragen Signale, indem sie **elektrische Impulse** weiterleiten.
 - Heutige Feldstärken technischer Quellen: >10.000-fach über den **natürlichen** magnetischen Wechselfeldern (Art 20a GG: Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen?).

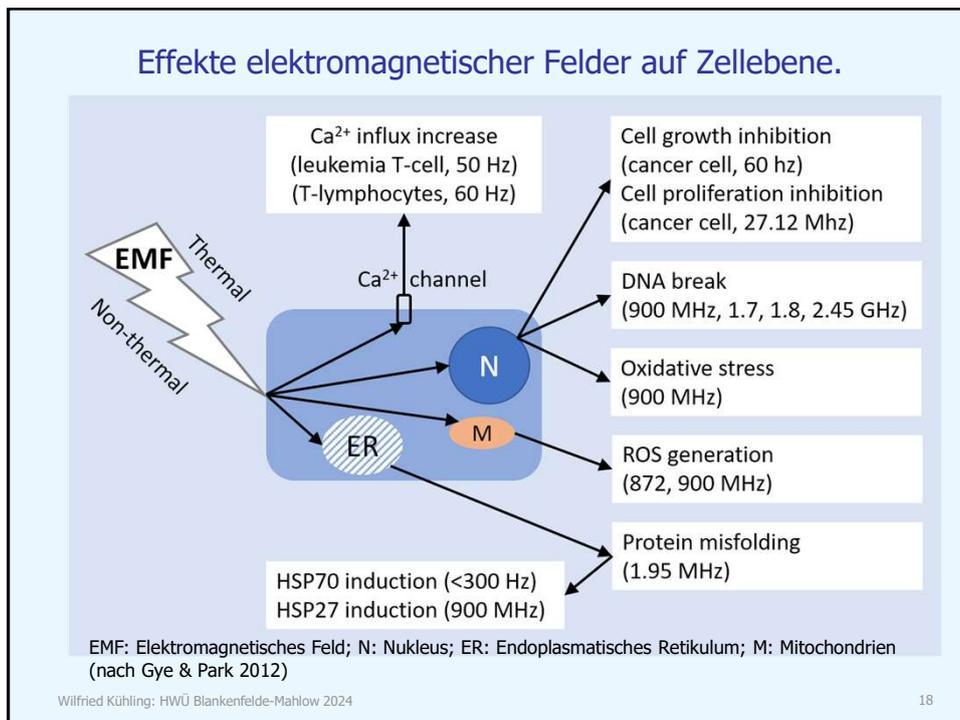
Wilfried Kühling: HWÜ Blankenfelde-Mahlow 2024

16

16

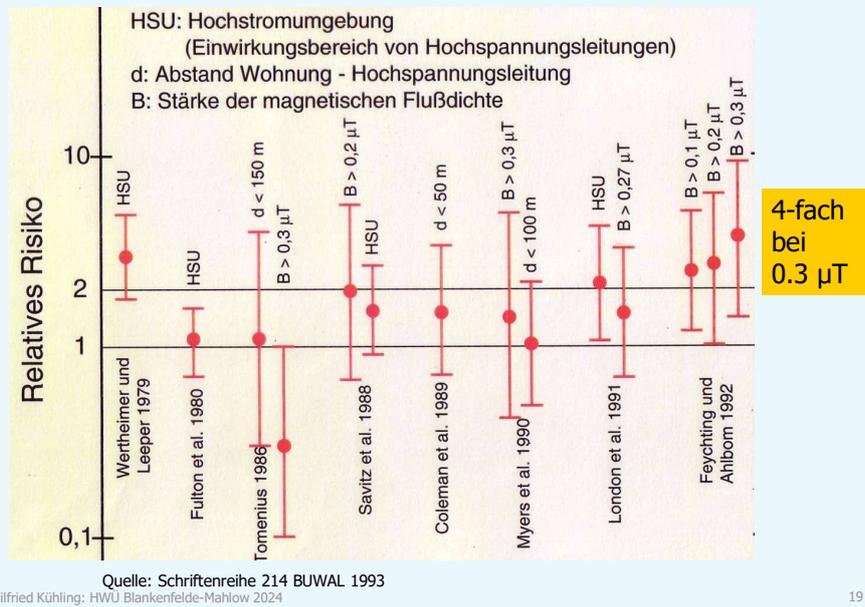


17



18

Leukämie bei Kindern an Hochspannungsleitungen



19

Wirkungen niederfrequenter Magnetfelder

- WHO (2002): möglicherweise **krebserregend**.
- Bundesamt für Umwelt Schweiz (2009): bestätigt durch neue, wissenschaftliche Ergebnisse.
- Zellexperimente: Hinweise, dass die Wirkung bekannter krebserzeugender Stoffe **verstärkt** wird.
- **Neurodegenerative** Erkrankungen (Amyotrophischer Lateralsklerose), Alzheimer und andere Formen dementer Erkrankungen.
- Veränderungen am **Erbmaterial**, vermehrte Produktion von **Zell-Stress**-Proteinen und Beeinträchtigungen bestimmter Zellfunktionen.
- (...)

Wilfried Kühling: HWU Blankenfelde-Mahlow 2024

20

20

Gesundheitliche Risiken

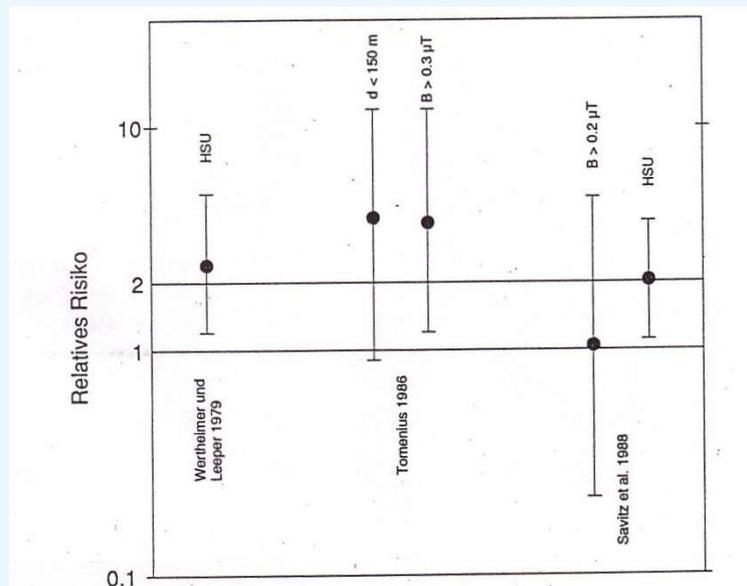
- Studie von G. Draper et. al., Brit. Med. J. 330, 1290, 2005:
 - Vereinigtes Königreich: bei 9700 Leukämiekranken Kindern fand man ein erhöhtes Leukämierisiko - Risikorate 1,7 - für Kinder, die seit Geburt innerhalb 200 m Abstand von Hochspannungsleitungen lebten, (im Vergleich mit den Kindern, die über 600 m entfernt lebten).
 - Zusammengeführte (pooled) Analyse von Fall-Kontrollstudien fand für Kinder in Wohnungen mit hohen magnetischen Feldern ($> 0,4 \mu\text{T}$) ein zweifach erhöhtes Risiko für Kinderleukämie.

Wilfried Kühling: HWU Blankenfelde-Mahlow 2024

21

21

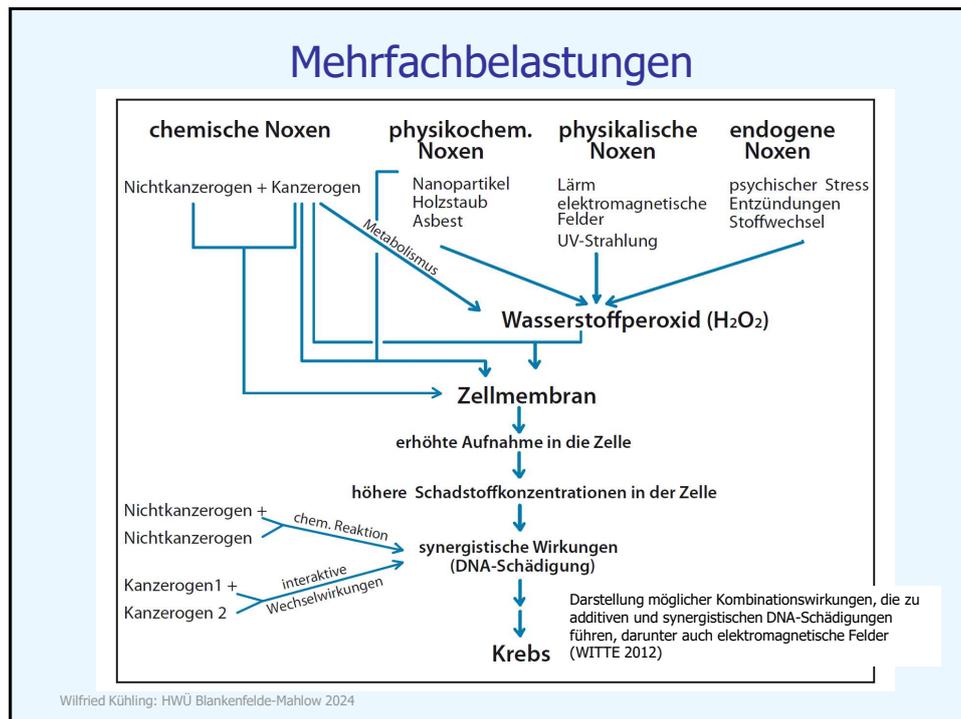
Hirntumoren bei Kindern



Wilfried Kühling: HWU Blankenfelde-Mahlow 2024

22

22



23

3. Ableitung Schutz-/ Vorsorgestandard

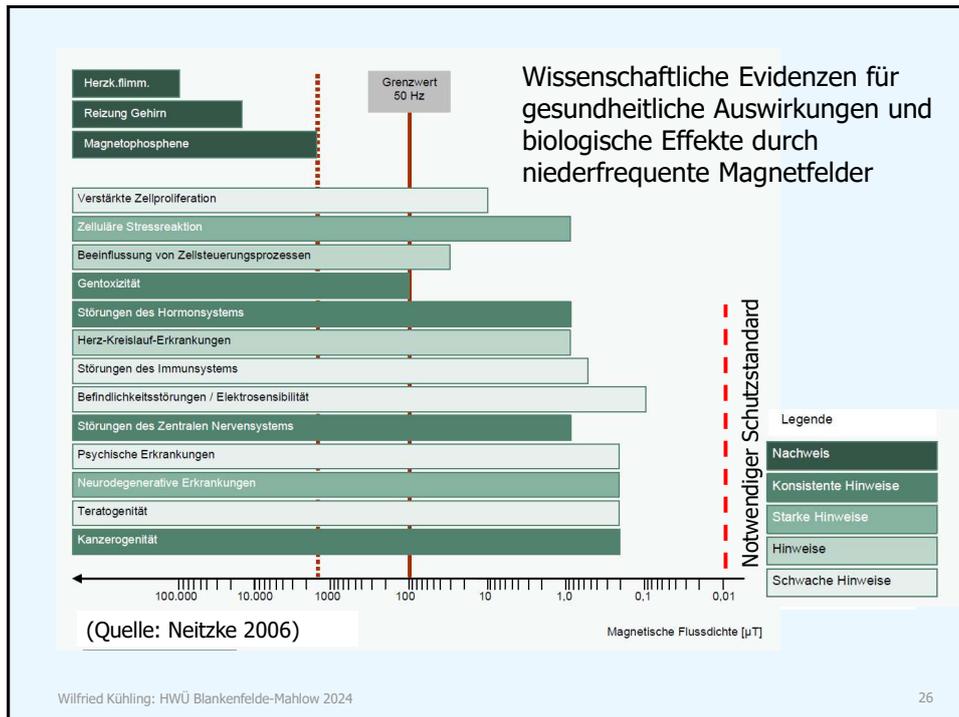
Rechtliches Schutzprinzip = „**Schutzstandard**“:

- Schutz vor „**erheblichen Schäden** für Mensch, Umwelt oder andere Schutzgüter, deren Eintritt mit **hinreichender Wahrscheinlichkeit** erwartet werden kann“ (Gesundheitsgefahren: immer erheblich).
- Schadenseintritt muss mit einem **Sicherheitsfaktor** unterhalb der Schädigungsschwelle sicher ausgeschlossen werden (Schäden dürfen also nicht entstehen können).

Wilfried Kühling: HWÜ Blankenfelde-Mahlow 2024

24

24



26

3. Ableitung eines Schutzwerts für magnetische Wechselfelder

- Grundlage: erhöhtes Leukämierisiko ab etwa 0,2 µT als Schwelle zu einer adversen Wirkung
- Immissionswert (IW) zum Schutz

1. IW EMF (in µT)

$$\frac{0,2 \text{ (LO(A)EL: Kanzerogenität)}}{10 \text{ (Unsicherheit)} * 2 \text{ (Risikogruppen)}} = \frac{0,2}{10 * 2} = \mathbf{0,01}$$

- Berücksichtigt keine besondere Sensibilität

Wilfried Kühling: HWÜ Blankenfelde-Mahlow 2024

27

27

Rechtliche Verpflichtungen zur Vorsorge

- Artikel 191 Abs. 1 AEUV: (2) „Die Umweltpolitik der Gemeinschaft zielt (...) auf ein **hohes Schutzniveau** ab. Sie beruht auf den Grundsätzen der **Vorsorge** und **Vorbeugung** (...)“.
- § 1 (1) BImSchG: „ (...) vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu **schützen** und dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen **vorzubeugen**“.
- § 1 (2) BImSchG: „ (...) um ein **hohes Schutzniveau** für die Umwelt insgesamt zu erreichen (...) (Immission)“
- § 1 (1) 26. BImSchV: „ (...) **Schutz** der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen und zur **Vorsorge** gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch **elektromagnetische Felder**.“ (???)

Wilfried Kühling: HWÜ Blankenfelde-Mahlow 2024

28

28

Standards und resultierende Abstände I

(Auswahl, Magnetfelder Energieversorgung)

Quelle	Magnet. Flussdi.	Ab Trassenmitte	Geltungsbereich, Verbindlichkeit
26. BImSchV	100 μT		Grenzwert (Gesamt <i>neue</i> Anlagen, Orte Aufenthalt)
BImSchV-VwV		400 m	Ermittlung Minimierungsmaßn. bei neuen/ geänd. Freil. ≥ 380 kV
LAI 2012	0,1 μT	(470 m)	Vorsorge gemäß zivilisatorischer Hintergrundbelastung
EUROPAEM EMF-Leitl.	0,1 μT 1 μT	(470 m)	Tageswert Maximum
Leitlinien Gesundheit (UVP-Ges.)	0,01 μT	(600 m) (30-150 m)	HWÜ 380 kV: Wirksame Umweltvorsorge (UVP-G) Erdkabel 110-380 kV

Wilfried Kühling: HWÜ Blankenfelde-Mahlow 2024

29

29

Standards und resultierende Abstände II

(Auswahl, Magnetfelder Energieversorgung)

Quelle	Magnet. Flussdi.	Ab Trassenmitte	Geltungsbereich, Verbindlichkeit
ENLAG	(0,15 μ T)	400 m	Unterschreitung Abstand Wohnen (B-Plan/§ 34 BauGB): Erdkabel .
	(0,2 μ T)	200 m	Unterschreitung Abstand Wohngebäude (Außenbereich): Erdkabel
Planziel LEP NRW 2019	(0,15 μ T)	400 m	Abstand Wohnen (B-Plan, § 34) neue Trassen ab 220 kV /
	(0,2 μ T)	200 m	Abstand Wohngeb. (Außenbereich) neue Trassen >220 kV.
Schweiz	1 μ T		Anlagegrenzwert (Frei- und Kabell. etc.), Berücks. Vorsorgeprinzip.

Wilfried Kühling: HWÜ Blankenfelde-Mahlow 2024

30

30

4. Lösungen, Konsequenzen

- Leitungen optimieren, minimieren
- Einhaltung erforderlicher Abstände (z. B. 600 m) bei empfindlichen Nutzungen zum Schutz vor magnetischen Wechselfeldern (0,01 μ T)
- SUP und UVP müssen die Auswirkungen explizit im Hinblick auf die „[wirksame Umweltvorsorge](#)“ berücksichtigen (< 0,01 μ T)!
 - Vorrang der Anforderungen des UVPG vor den jeweiligen Fachgesetzen (z. B. BImSchG)
- Beteiligung frühzeitig sichern

Wilfried Kühling: HWÜ Blankenfelde-Mahlow 2024

40

40

Klärung von Fragen

- Maximal mögliche Stärke der elektrischen und magnetischen Wechselfelder im Abstand von x Metern Entfernung von der Trassenmitte?
- zeitlicher Verlauf der elektrischen und magnetischen Wechselfelder?
- Welche maximalen Stromstärken sind für die Leitungen insgesamt zugelassen?
- Technische Maßnahmen zur Minimierung der Belastung durch magnetische Wechselfelder (z. B. Anordnung der Phasenleiter)?
- (...)

Wilfried Kühling: HWÜ Blankenfelde-Mahlow 2024

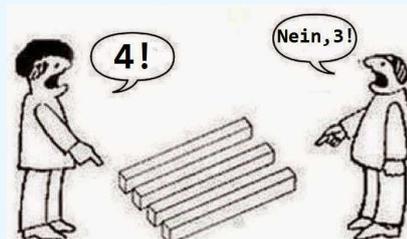
41

41

Die natürlichen Lebensgrundlagen bewahren.



statt



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Wilfried Kühling: HWÜ Blankenfelde-Mahlow 2024

53

53