



Strahlenschutz und Vorsorge beim Stromnetzausbau

Technikdialog „Erdkabel und Freileitungen“, Kassel, 24. Juni 2015

Dirk Geschwentner

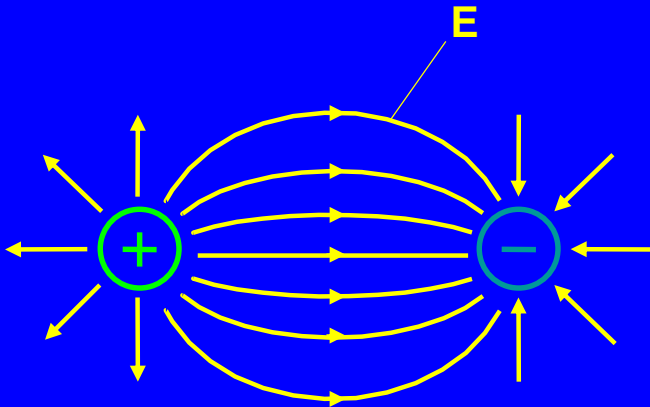


Gliederung

- Elektrische und magnetische Felder
 - Feldquellen und Feldverteilungen
- Gesundheitliche Wirkungen
 - Forschungsergebnisse und Bewertungen
- Schutz und Vorsorge
 - Empfehlungen des BfS
 - Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV
- Fazit / Schlussfolgerung

Elektrische und magnetische Felder

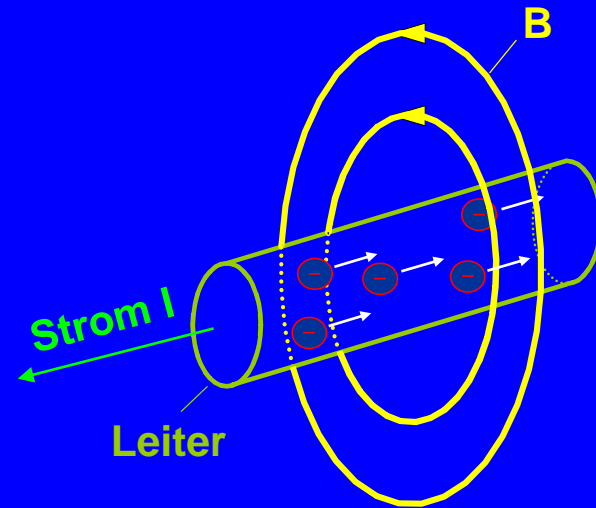
Elektrisches Feld E



E in Volt pro Meter (V/m)

1 kV/m = 1000 V/m

Magnetisches Feld B



B in Tesla (T)
oder Mikrotesla (μT)

1 μT = 10^{-6} T

	Gleichstrom (HGÜ)	statisch
	Wechselstrom	f = 50 Hz

| Verantwortung für Mensch und Umwelt | ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

Leitungstypen

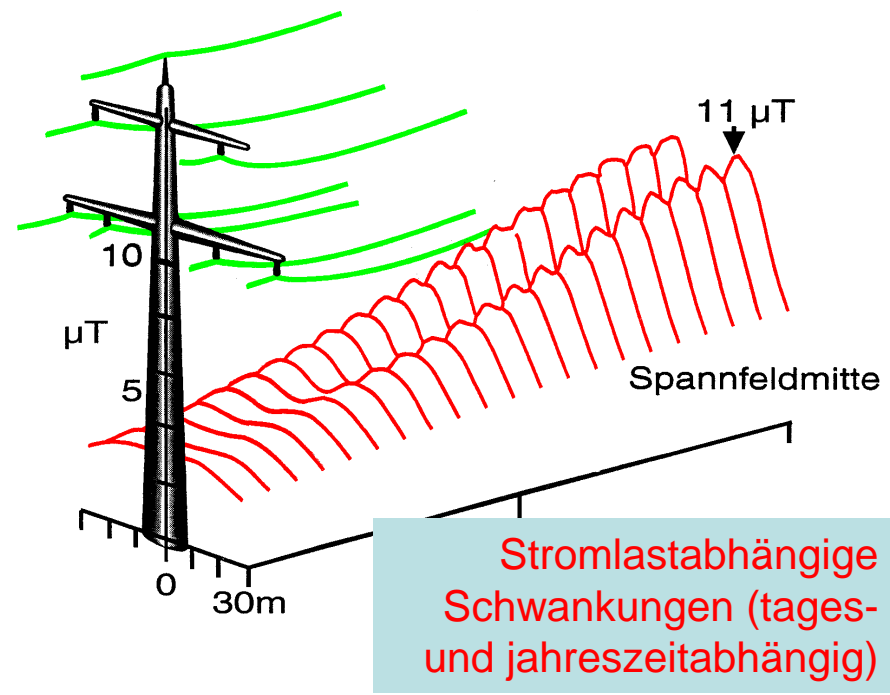
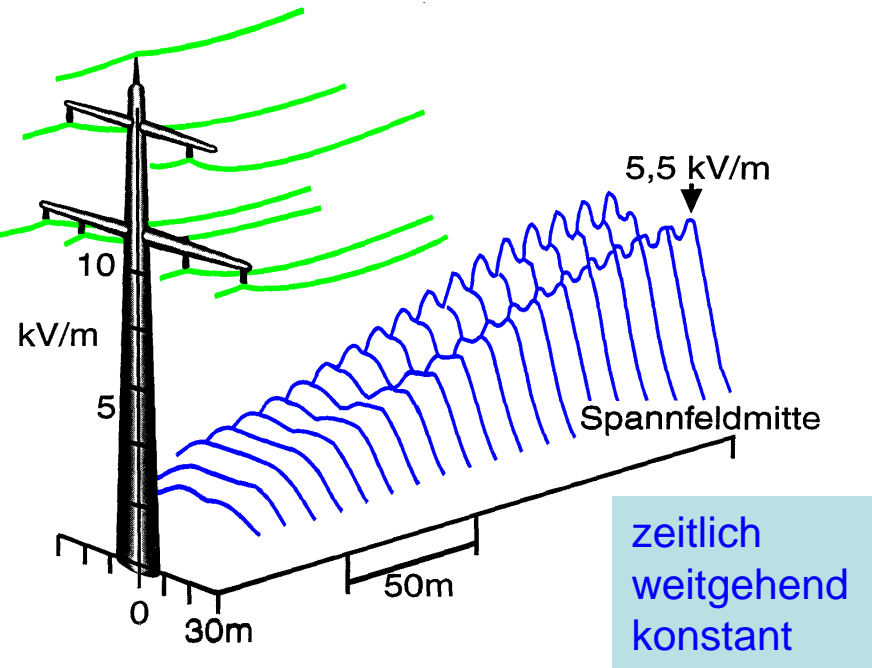




Feldstärkeverteilung: Freileitung

Elektrische Feldstärke E

Magnetische Flussdichte B



Spannungsebene: 380 kV, Messhöhe: 1 m über dem Erdboden



Magnetfelder an Freileitungen und Erdkabeln

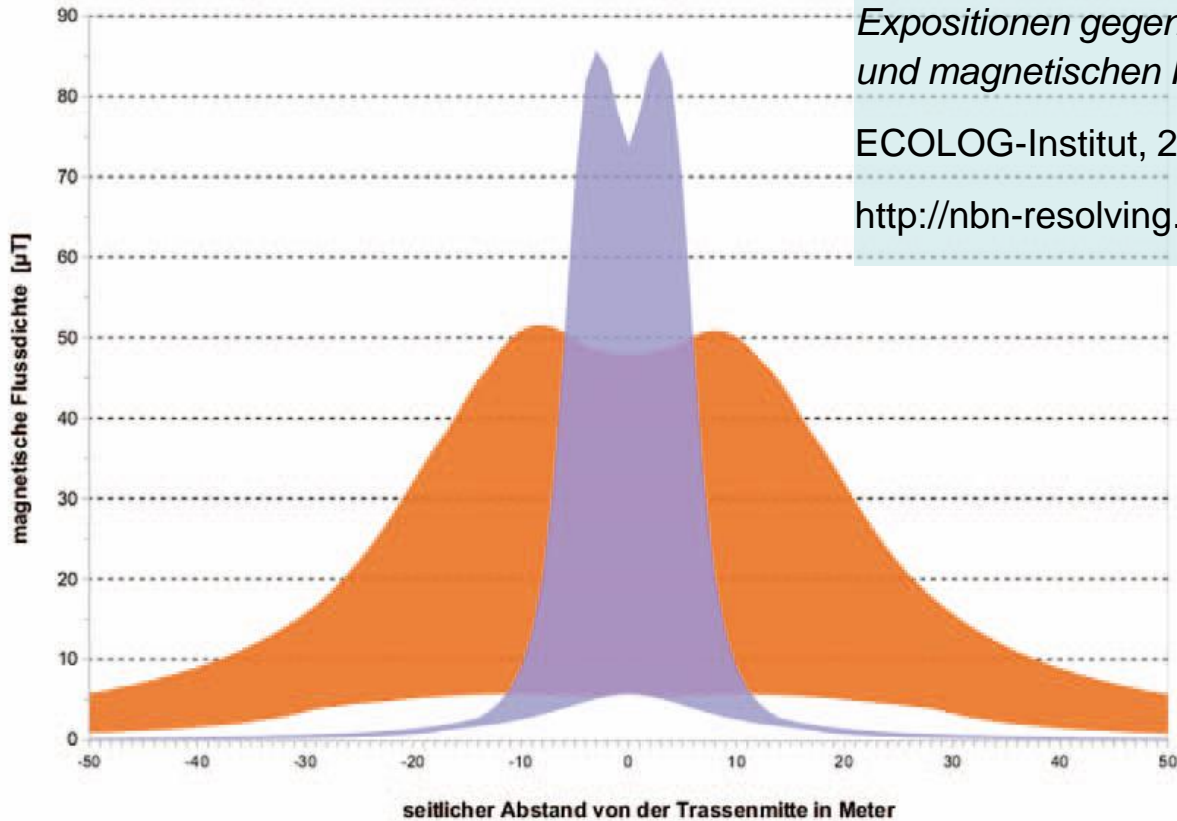
Maximale Anlagenauslastung

220 / 380 kV

Studie: „Bestimmung und Vergleich der von Erdkabeln und Hochspannungsfreileitungen verursachten Expositionen gegenüber niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern“

ECOLOG-Institut, 2009

<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0221-201011153619>



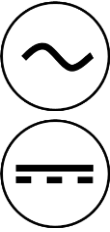
- Erdkabel
- Freileitung

Messhöhe: 1 Meter über Erdboden

| Verantwortung für Mensch und Umwelt | ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

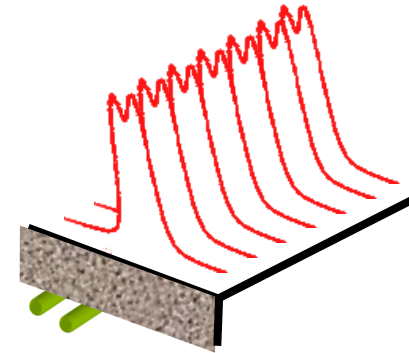
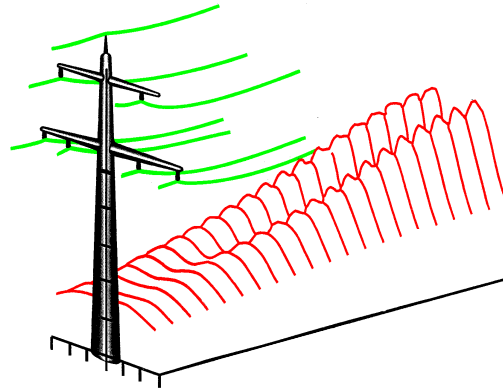


Was beeinflusst die Feldverteilung?



Technik

Erdkabel: Keine elektrischen Felder



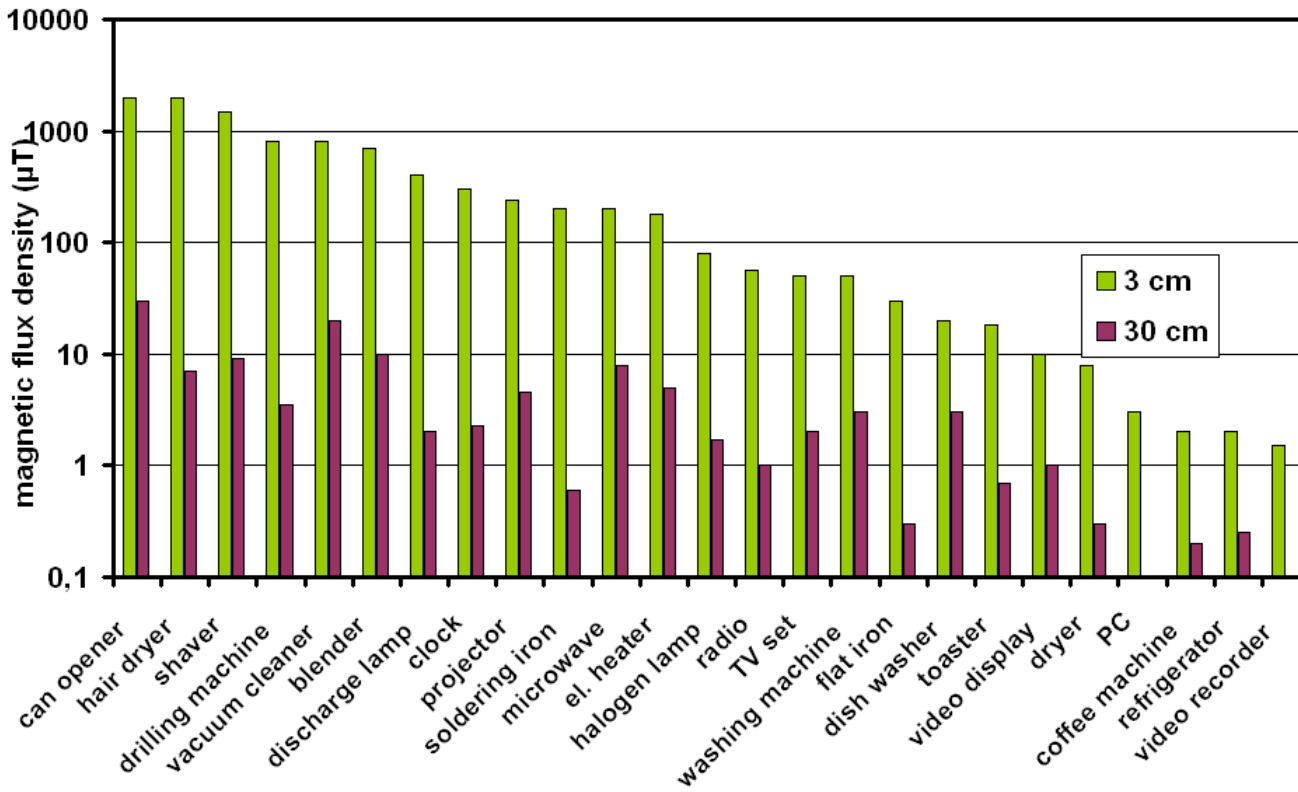
Magnetfelder von Erdkabeln nehmen mit zunehmendem Abstand schneller ab

Beispiel

Konstruktive Parameter

Quelle:
Firma TenneT

Exposition / Feldquellen



← Erdkabel max.
← Freileitung max.

Studie mit ≈ 2000 Personen, 24h
Land 0,035 µT (Median)
Großstädte 0,061 µT (Median)



Statische Magnetfelder

- Bevölkerung 30 μ T bis einige mT
- Arbeiter einige 100 mT bis zu mehreren T
- Patienten bis zu mehreren T

Elektrostatische Felder

- Bevölkerung einige kV/m bis zu einigen 100 kV/m (lokal)
- Arbeiter bis zu einigen hundert kV/m



Fuchs et al., „Hochspannungs-
gleichstromübertragung –
Eigenschaften des
Übertragungsmediums Freileitung“,
TU Imenau, 2014

Magnetfeld: Im Feldstärkebereich
des Erdmagnetfelds erwartet

Elektrisches Feld:

- verstärkte Wahrnehmbarkeit /
Belästigung (im Vergleich zu
HWÜ) erwartet
- stärkere Bildung von Koronaionen
möglich



Biologische Wirkungen von statischen Feldern

Elektrisches Gleichfeld

- nur an Körperoberfläche:
Kraftwirkung auf Haare,
Funkenentladung

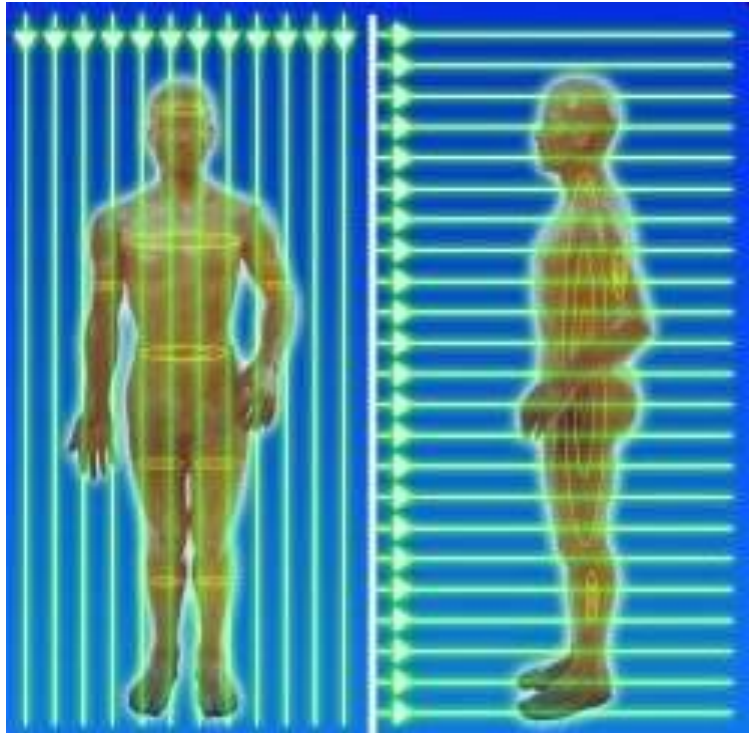
keine *gesundheitlichen* Wirkungen
bekannt => kein Grenzwert

Magnetisches Gleichfeld

- keine *direkten* gesundheitlichen
Wirkungen unter 4 T
- *indirekte* Wirkungen auf metallische
und elektronische Implantate bereits bei
niedrigeren Feldstärken möglich

Grenzwert (26. BImSchV) schützt Implantatträger

Biologische Wirkungen von 50 Hz-Wechselfeldern



- **Wahrnehmung (Belästigung)**
Schwelle $E_{\text{ext}} \sim 2\text{-}20 \text{ kV/m}$ (10%)
- **Nervenstimulation**
Schwelle $E_{\text{in situ}} \sim 4\text{-}25 \text{ V/m}$
- **Phosphene (Retina)**
Schwelle (bei 20 Hz) $E_{\text{in situ}} \sim 10\text{-}100 \text{ mV/m}$
- **Neuronale Netzwerke**
Schwelle $E_{\text{in situ}} < 100 \text{ mV/m}$

Grenzwerte (26. BImSchV) schützen vor akuten Gesundheitsgefahren aufgrund induzierter Felder

+ Indirekte Wirkungen möglich, z.B. durch Elektrisierung großer metallischer Objekte



Grenzwerte (26. BImSchV) schützen vor akuten Gesundheitsgefahren aufgrund induzierter Felder

...und sonst?

Untersuchungen zu „möglichen“ expositionsbedingten Einflüssen auf das

- endokrine System,
- das Immunsystem,
- das blutbildende System,
- das Herz-Kreislaufsystem und auf
- Reproduktion und Entwicklung, etc.

Besonderheiten bei der Bewertung der Studien:

- stark variierende Expositionsparameter (kontinuierlich, intermittierend, etc.)
- breite Palette an Endpunkten
- z.T. inkonsistente Studienergebnisse

Tierstudien insgesamt widersprüchlich (häufig kleine Tierzahl, geringe statistische Power)

- In **Humanstudien** keine negativen Einflüsse unterhalb der Grenzwerte nachgewiesen, aber wissenschaftliche Unsicherheiten bei
 - Leukämie im Kindesalter
 - neurodegenerativen Erkrankungen



Leukämie im Kindesalter

- Erste Studie in 1979
- konsistenter epidemiologischer Zusammenhang

Aber:

- keine Hinweise aus tierexperimentellen Studien
- kein Mechanismus bekannt

- Risikoabschätzung aus Metaanalysen
 - Ahlbom et al., Br J Cancer. 2000 Sep;83(5):692-8
 - Messungen; 24h/48h Mittelwert
- IARC Einstufung: Niederfrequente Magnetfelder möglicherweise kanzerogen.





Neurodegenerative Erkrankungen

- **Parkinson und multiple Sklerose**
Risiko nicht belegt (wenige nicht konsistente Studien)
- **Amyotrophe Lateralsklerose**
10% genetisch bedingt, Umwelteinflüsse im Verdacht
konsistent erhöhtes Risiko (Epidemiologie; beruflich exponiert)
- **Alzheimer Demenz**
 - Risikofaktor Nr. 1: das Alter
 - schwacher Zusammenhang mit NF-Feldern (beruflich exponiert)

leicht erhöhte Sterblichkeit

**< 50m zur Freileitung;
(häuslich exponiert)**

- zeitabhängig
- wenig Fälle

**Kausaler Zusammenhang
nicht belegt.**

Huss et al., „Residence Near Power Lines and Mortality From Neurodegenerative Diseases: Longitudinal Study of the Swiss Population“, Am J Epidemiol 2009;169:167–175

Empfehlungen und Schutzmaßnahmen – Basiskonzept des BfS

Grenzwerte nach Stand von Wissenschaft & Technik
zum Schutz vor nachgewiesenen Wirkungen

bei bestehenden wissenschaftlichen Unsicherheiten
sind die Grenzwerte durch **Vorsorgemaßnahmen** zu
ergänzen:

- **Minimierung der Exposition**
- **frühzeitige Information und Beteiligung
betroffener Personen**
- **konsequente Erforschung wissenschaftlicher
Kenntnislücken**

Grenzwerte



26. BImSchV



> 2000V, DC



> 1000V, 1 Hz - 9 kHz

	Elektrische Feldstärke	Magnetische Flussdichte	einzuhalten an Orten
 f = 0 Hz	-	500 μT	zum dauerhaften oder vorübergehenden Aufenthalt
 f = 50 Hz	5 kV/m	100 μT	zum nicht nur (*) vorübergehenden Aufenthalt

- Grundlage sind die nachgewiesenen Wirkungen
- Entsprechen Empfehlungen der ICNIRP
- Maximale betriebliche Anlagenauslastung
- DC: Schutz für Träger aktiver Implantate

(*) Kurzzeitige (max. 5% des Tages) und kleinräumige (für das elektrische Feld außerhalb von Gebäuden) Überschreitungen um 100% zulässig (bei bestimmten Altanlagen)

26. BImSchV (Novellierung 2013)

Anforderungen zur Vorsorge

Bei Neubau oder wesentlicher Änderung:

- **keine kleinräumigen und kurzzeitigen Überschreitungen an sensiblen Orten (Wohnungen, Krankenhäuser, Schulen, Kindergärten, Spielplätze o.ä.),**
aber Bestandschutz für Altanlagen 
- **Überspannungsverbot für Freileitungen (≥ 220 kV) in neuer Trasse bei Gebäuden und Gebäudeteilen zum dauerhaften Aufenthalt,**
unberührt bleiben bestehende Genehmigungen, Planfeststellungs-beschlüsse und bis zum 22.08.2013 vollständig eingereichte Planfeststellungs-/ Plangenehmigungsanträge 
- **anlagenbezogene Emissionsminimierung nach dem Stand der Technik unter Berücksichtigung von Gegebenheiten im Einwirkungsbereich,**
ist in einer allgemeinen Verwaltungsvorschrift (**AVV**) gemäß § 48 BImSchG zu detaillieren  

Weitere Vorsorgemaßnahmen (neben Minimierung) aus Sicht des BfS

■ Verringerung der wissenschaftlichen Unsicherheiten durch Forschung - Umfassendes Forschungsprogramm zu Leukämie im Kindesalter

Kausalität vorausgesetzt wären etwa 1(-5)% der **Leukämien im Kindesalter** durch niederfrequente Magnetfelder verursacht

Es besteht ein schwach erhöhtes Risiko für Kinder an Leukämie zu erkranken, bei

- häuslichen, niederfrequenten Magnetfeldexpositionen über 0,3 - 0,4 μT (Grenzwert: 100 μT)
IARC/WHO 2002: Niederfrequente Magnetfelder sind „möglicherweise kanzerogen“ (Gruppe 2b)
- Wohnort rund um Kernkraftwerke (KiKK-Studie 2008)

Beobachtungen sind mit wissenschaftlichen Kenntnisstand zu Wirkungen von derart schwachen Expositionen nicht vereinbar

BfS setzt sich für Intensivierung der Ursachenforschung ein: Pilotprojekte erfolgreich abgeschlossen, Hauptstudien stehen an (Finanzierung bisher ungeklärt)

- Hinweise auf einen Zusammenhang zu **neurodegenerativen Erkrankungen** können noch nicht abschließend bewertet werden
- weitere Projekte mit geringerer Priorität

■ Kommunikation und Information

http://www.bfs.de/DE/themen/emf/netzausbau/netzausbau_node.html

Fazit / Schlussfolgerung

Grenzwerte zur Gefahrenabwehr erforderlich

Vorsorge spielt beim Ausbau der Stromnetze aufgrund bestehender wissenschaftlicher Unsicherheiten für den Strahlenschutz eine zentrale Rolle, d.h.:

- Grenzwerte nicht ausschöpfen, Expositionen minimieren
 - 26. BImSchV, AVV
 - Erdkabel oder Freileitung: Abwägung im Einzelfall
- Verringerung der Unsicherheiten durch Forschung
 - Umfassendes BfS Forschungsprogramm zur Leukämie
- Frühzeitige Information und Beteiligung betroffener Personen
 - http://www.bfs.de/DE/themen/emf/netzausbau/netzausbau_node.html



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

