



# **Netzausbau & Mensch**

## **BNetzA Informationstag**

**11. September 2019 in Erfurt**

**Dr. Gunde Ziegelberger**

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

# Strahlenschutzkonzept in Deutschland – Grenzwerte und Vorsorge

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

Gemäß allgemeinen Strahlenschutzprinzipien werden die Grenzwerte durch Vorsorgemaßnahmen ergänzt:

- Minimierung der Exposition (Novellierung der 26. BImSchV 2013)
- Frühzeitige Information betroffener Personen
- Konsequente Erforschung wissenschaftlicher Unsicherheiten

⇒ *Begleitendes Forschungsprogramm  
„Strahlenschutz beim Stromnetzausbau“*

*Auftaktveranstaltung am 11. Juli 2017*

# Biologische Wirkungen von statischen Feldern

## Elektrisches Gleichfeld

- nur an Körperoberfläche:  
Kraftwirkung auf Haare,  
Funkenentladung



keine gesundheitlichen Wirkungen  
bekannt, daher kein Grenzwert



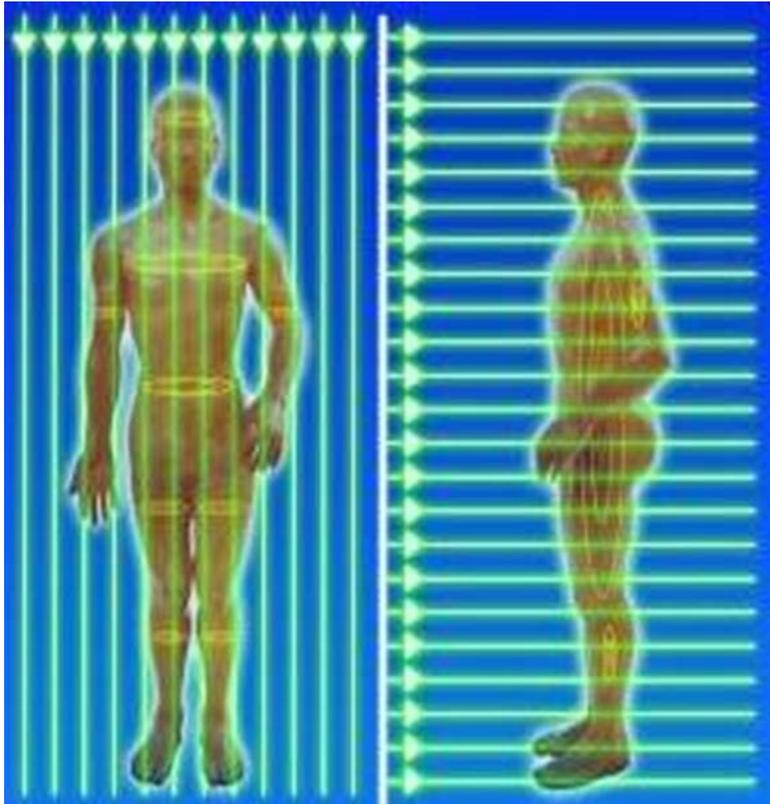
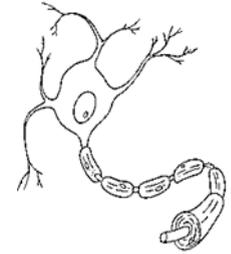
## Magnetisches Gleichfeld

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



Grenzwert (26. BImSchV) schützt Implantatträger

# Biologische Wirkungen von 50 Hz-Feldern



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



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

...und sonst?

Untersuchungen zu expositionsbedingten Einflüssen (*unterhalb* der Grenzwerte) auf  
die Entstehung von Krebs,  
das endokrine System,  
das Immunsystem,  
das blutbildende System,  
das Herz- Kreislaufsystem,  
die Reproduktion und Entwicklung, etc.

in verschiedenen Untersuchungsdesigns:

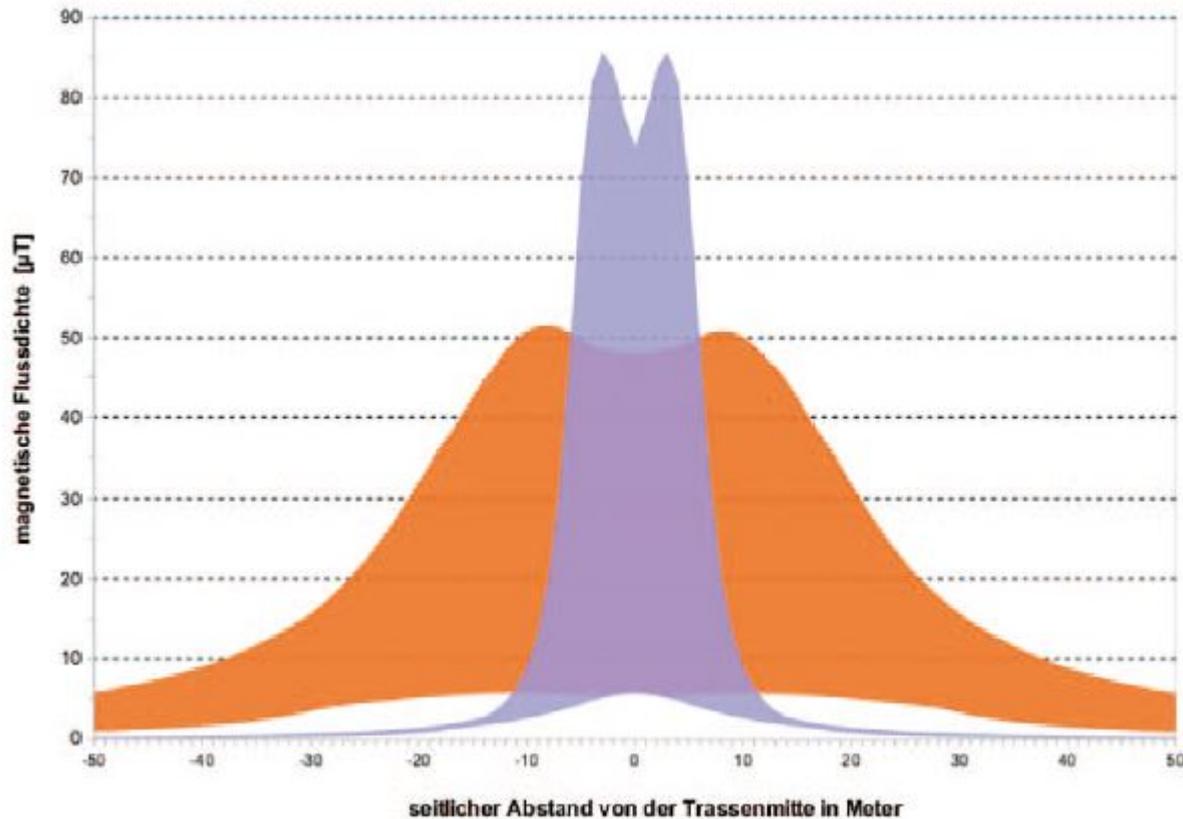
- epidemiologische Beobachtungsstudien (Fall-Kontrollstudien, Kohortenstudien,...)
- experimentelle Tierstudien unter kontrollierten Expositionsbedingungen  
(Mehrgenerationsstudien,...)
- *in vitro*-Studien zur Suche nach Wirkmechanismen

**Fazit:** einzelne Hinweise, z.T. inkonsistente Studienergebnisse,  
*insgesamt* betrachtet sind keine gesundheitsschädigenden Langzeitwirkungen  
(bei Einhaltung der Grenzwerte) nachgewiesen

# Häufig auftretende Missverständnisse

- (1) **Falsch:** jeder biologische Effekt ist auch ein gesundheitsrelevanter Effekt  
**Richtig:** nicht jeder biologischer Effekt ist von gesundheitlicher Relevanz
- (2) **Falsch:** die Grenzwerte schützen NUR vor akuten Wirkungen  
**Richtig:** die Grenzwerte schützen vor allen nachgewiesenen, gesundheitsrelevanten Wirkungen

# Schwankungsbreite von Messdaten



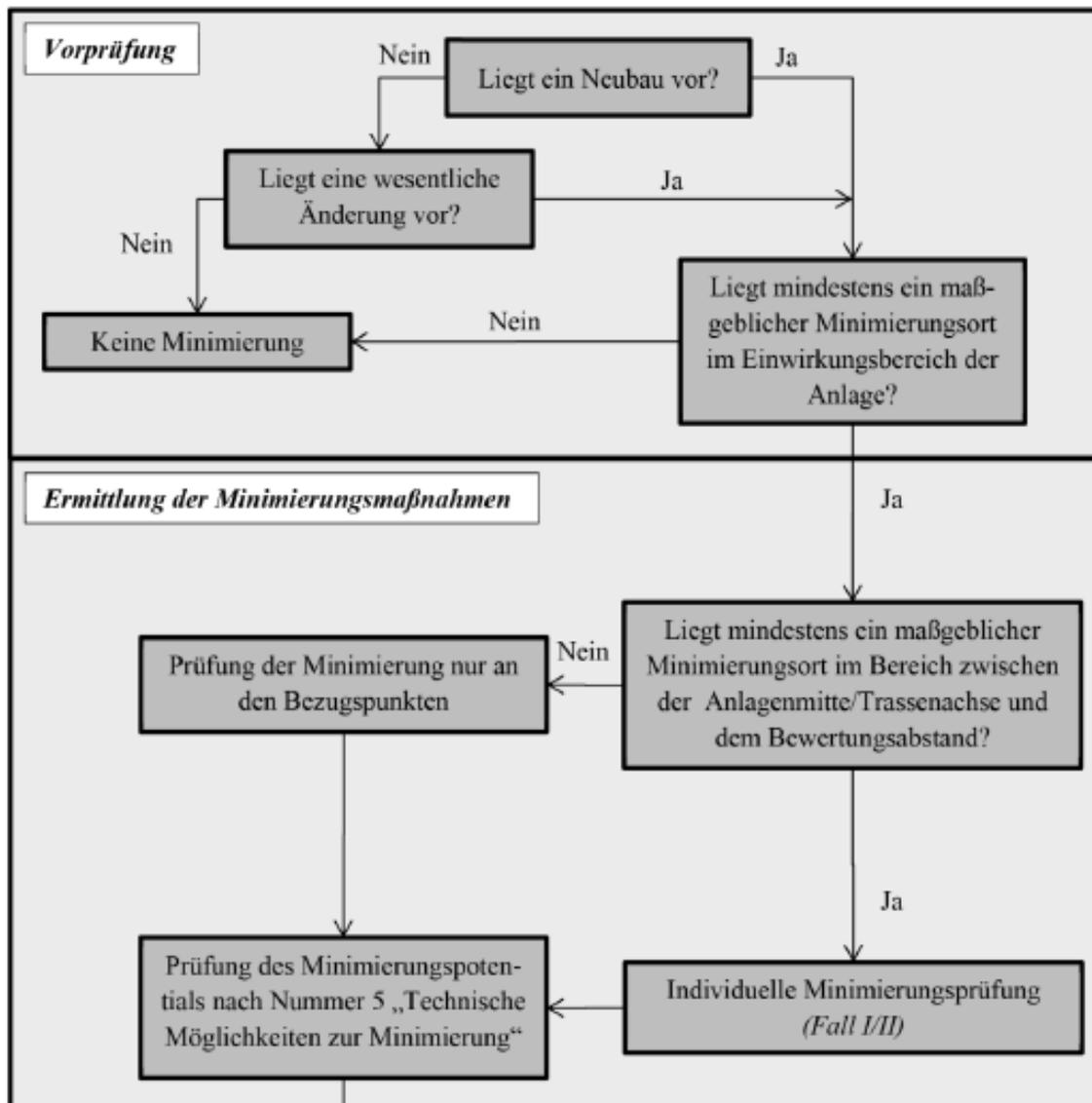
- 220 / 380 kV
- in 1m Höhe
- hochgerechnet auf max. Strom

■ Erdkabel  
■ Freileitung

aus BfS Forschungsvorhaben: Daten von Ecolog-Institut erhoben

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

BNetzA Informationstag – 11. September in Erfurt



## Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur 26. BImSchV (25. Februar 2016)

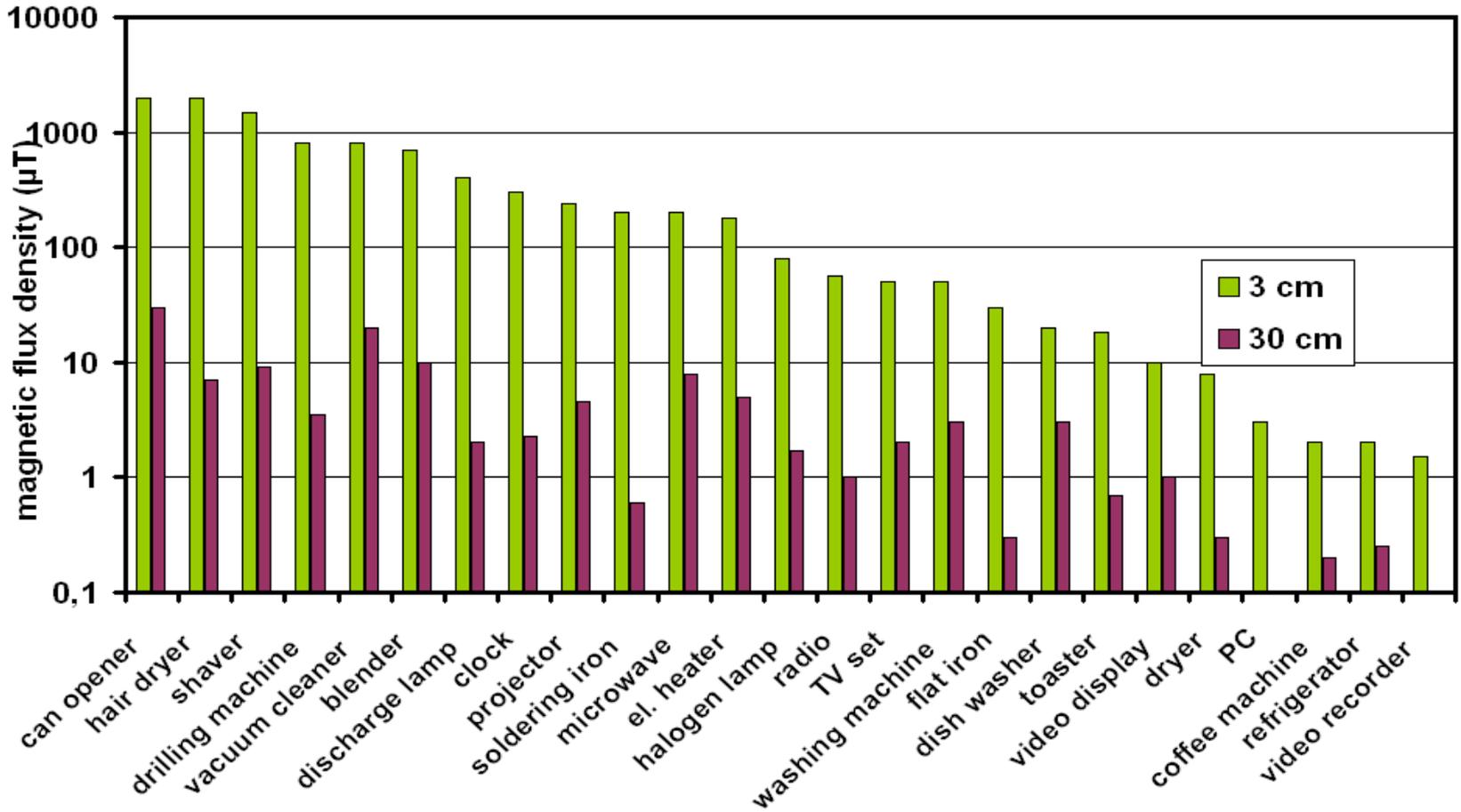
### Minimierungsgebot

- gilt für AC und DC
- bei neuen und wesentlichen Änderungen bestehender Anlagen
- umfassender Maßnahmenkatalog

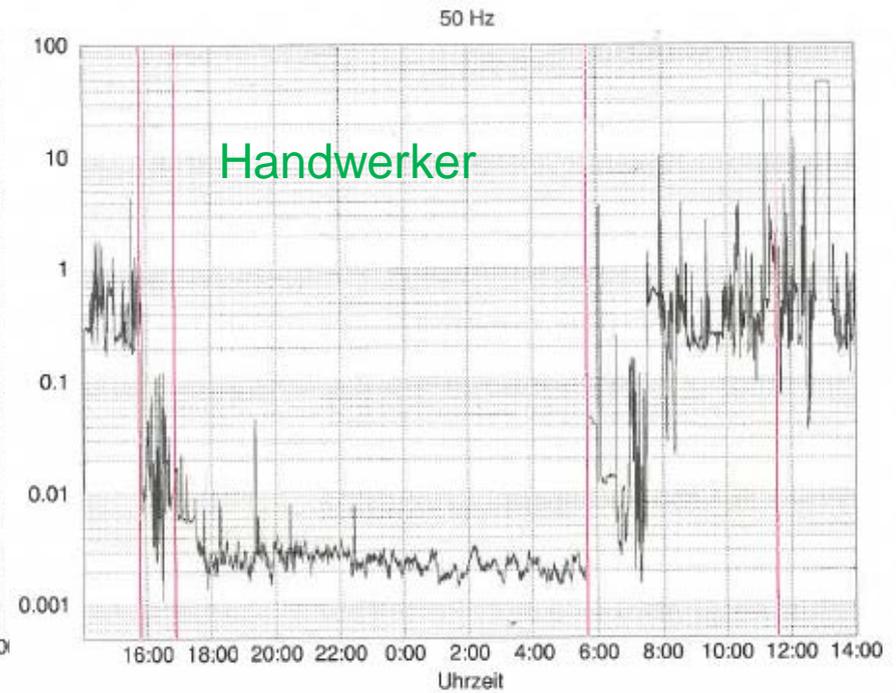
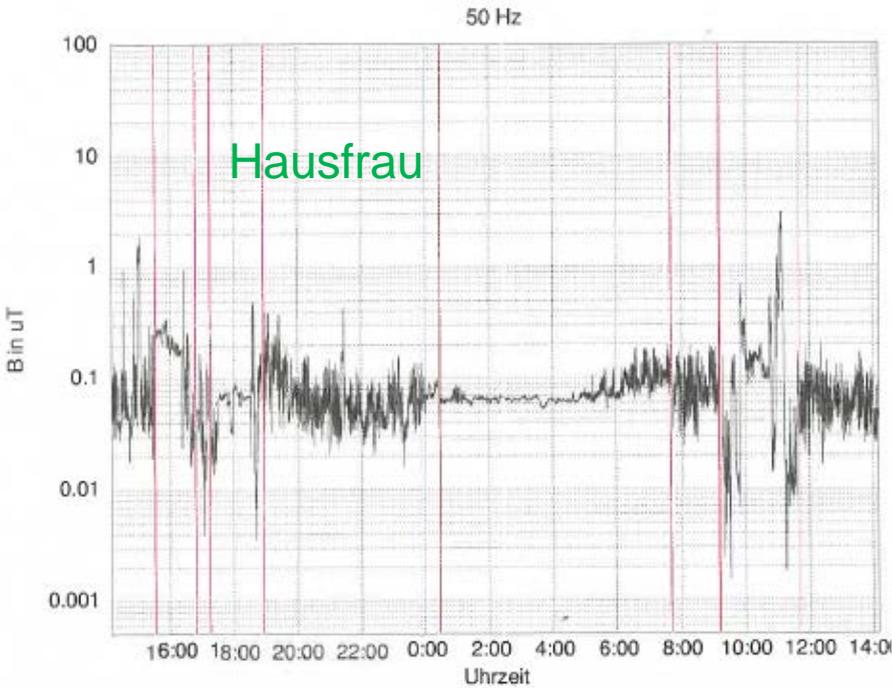
# Häufig auftretende Missverständnisse

- (1) Falsch: jeder biologische Effekt ist auch ein gesundheitsrelevanter Effekt  
Richtig: nicht jeder biologischer Effekt ist von gesundheitlicher Relevanz
- (2) Falsch: die Grenzwerte schützen NUR vor akuten Wirkungen  
Richtig: die Grenzwerte schützen vor allen nachgewiesenen Wirkungen
- (3) **Falsch:** der Abstand zur Hochspannungsleitung ist ein guter und verlässlicher Expositionsschätzer  
**Richtig:** die tatsächliche Magnetfeldexposition hängt von vielen Parametern ab
- (4) **Falsch:** die m-Angaben in der AVV stellen den „Gefahrenbereich“ dar; „auch das BfS fordert einen Mindestabstand von 400m“  
**Richtig:** die m-Angaben geben den Bereich an, in dem Minimierungsmaßnahmen zu prüfen sind

# Feldquellen im Haushalt



# Individuelle 24 h Magnetfeldexposition (Personendosimeter)



aus: Erfassung der niederfrequenten Exposition der Bürger in Bayern (Brix et al. 2000)

# Einfluss des Radioweckers

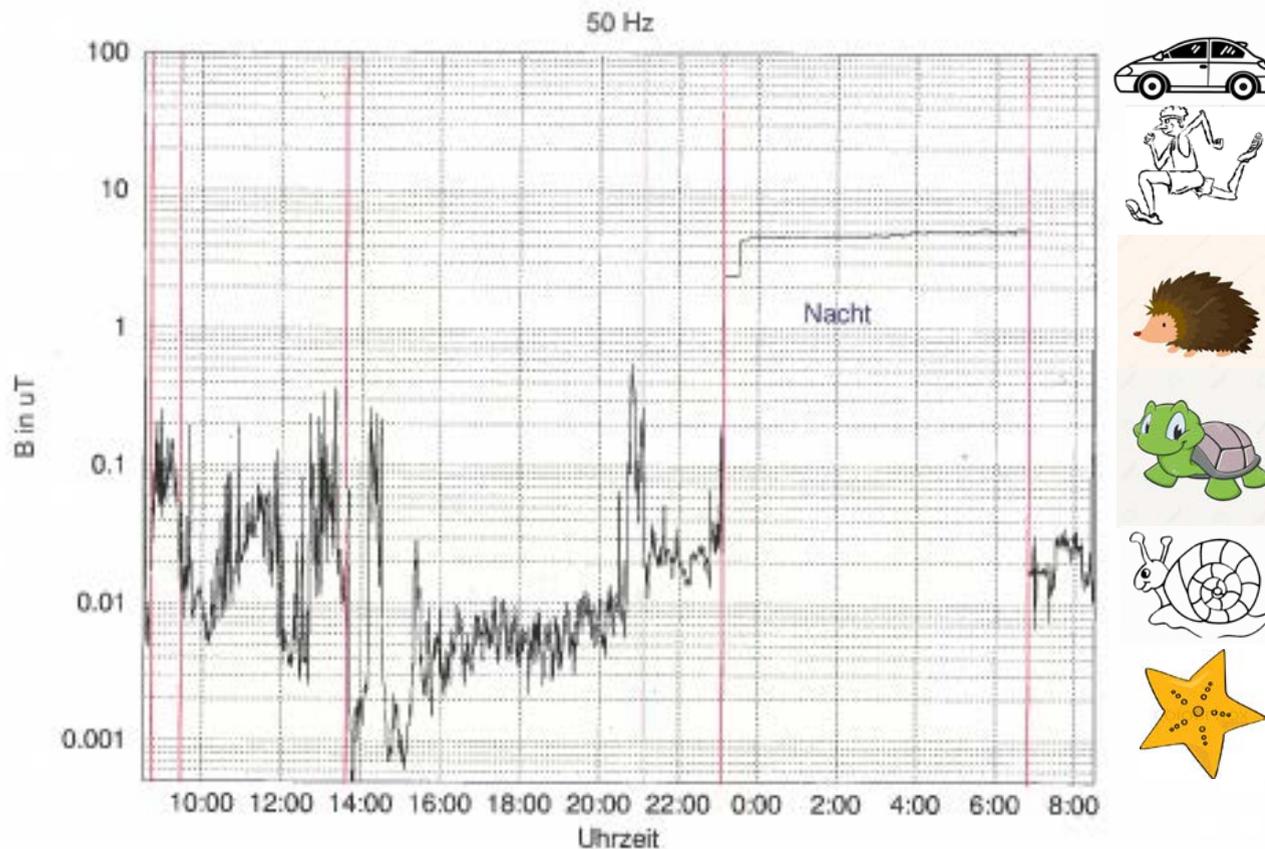


Abbildung 30: Beispiel eines Tagesprofils mit besonderer Exposition in der Nacht

	Anzahl	MW $\mu\text{T}$	SD $\mu\text{T}$	P25 % $\mu\text{T}$	MD $\mu\text{T}$	P75 % $\mu\text{T}$	P90 % $\mu\text{T}$	P95 % $\mu\text{T}$	P99 % $\mu\text{T}$
Nachtphase gesamt	1926	0,095	0,033	0,078	0,092	0,109	0,130	0,144	0,175
mit Radiowecker	781	0,149	0,044	0,125	0,146	0,173	0,189	0,201	0,239
ohne Radiowecker	1145	0,058	0,027	0,046	0,054	0,066	0,089	0,104	0,132
ganze Zeit	1952	0,101	0,241	0,026	0,047	0,123	0,203	0,308	0,785

MW: arithm. Mittelwert, SD: Standardabweichung, MD: Median (50 %-Perzentil), Pxx: xx %-Perzentil

# Häufig auftretende Missverständnisse

(5) **Falsch:** die Hochspannungsleitungen sind für viele Anwohner die Hauptquelle für die individuelle Magnetfeldexposition

**Richtig:** die individuelle Magnetfeldexposition zeigt starke räumliche und zeitliche Schwankungen

(6) **Falsch:** ein Expositionsanstieg um 100% (= doppelt so hoch) ist bedenklich/besorgniserregend

**Richtig:** ob ein Anstieg um 100% kritisch ist, hängt vom Anfangswert ab

# Begleitendes Forschungsprogramm “Strahlenschutz beim Stromnetzausbau” (2017-2023)

~ 35 Projekte (Epidemiologie, Biologie, Exposition und Dosimetrie, Risikokommunikation) mit unterschiedlichen Prioritäten

## Schwerpunkte: (beendet/laufend/geplant)

1. Leukämie im Kindesalter (0/3/5)
2. Neurodegenerative Erkrankungen (1/1/1<sub>±</sub>4)
3. Wirkungs-, Wahrnehmungsschwellen (1/0/3)
4. Fehlgeburt (0/0/1)
5. Ko-kanzerogenität (0/0/1)
6. Koronaionen (0/1/3)
7. Expositionsbestimmung (0/1/2)
8. Risikokommunikation (2/4/1)



neu hinzugekommen: oxidativer Stress, Wirkungen auf Umwelt

# Häufig auftretende Missverständnisse

- (5) **Falsch:** die Hochspannungsleitungen sind für viele Anwohner die Hauptquelle für die individuelle Magnetfeldexposition  
**Richtig:** die individuelle Magnetfeldexposition zeigt starke räumliche und zeitliche Schwankungen
- (6) **Falsch:** ein Expositionsanstieg um 100% (= doppelt so hoch) ist bedenklich/besorgniserregend  
**Richtig:** ob ein Anstieg um 100% kritisch ist, hängt vom Anfangswert ab
- (7) **Falsch:** ein statistischer Zusammenhang ist auch ein ursächlicher Zusammenhang  
**Richtig:** ein statistischer Zusammenhang kann, muss aber nicht ursächlich sein
- (8) **Falsch:** das BfS beginnt mit Forschungsaktivitäten um die Unschädlichkeit der Hochspannungsleitungen zu beweisen  
**Richtig:** Forschung kann die Unschädlichkeit (aus wissenschaftstheoretischer Sicht) nicht beweisen



# Fragen?



# Leukämie im Kindesalter

- Konsistente Hinweise aus epidemiologischen Studien (seit 1979) bei Expositionen  $\geq 0,3-0,4 \mu\text{T}$
- Bisher durch tierexperimentelle Studien nicht unterstützt
- Keine Hinweise auf zugrundeliegenden Wirkmechanismus

Aufgrund der epidemiologischen Studienergebnisse (Ahlbom et al. 2000, Greenland et al. 2000) wurden Magnetfelder im Jahr 2001 von der WHO-assozierten Internationalen Agentur für Krebsforschung (IARC) als „möglicherweise kanzerogen“ (Gruppe 2b) eingestuft

- Letzte zusammenfassende Analyse von Kheifets et al. 2010
- Letzte Risikobewertung nach IARC-Klassifizierungsschema von Schüz et al. 2016



Einstufung ist unverändert



# Situation in Deutschland



Magnetfeldexposition in Haushalten (Schüz et al. 2000)  
24h Messungen (Schlafzimmer, Wohnzimmer):

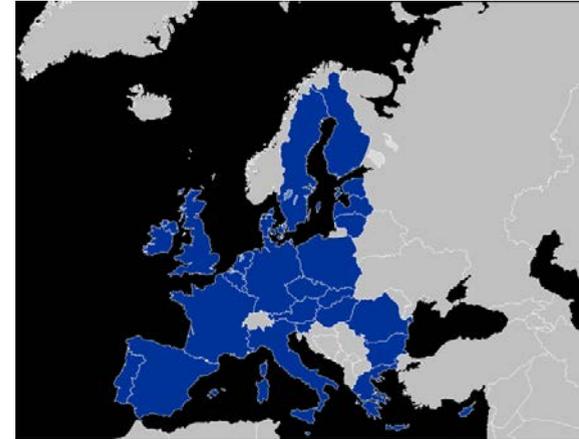
- 1,4 % der Kinder sind  $> 0,2 \mu\text{T}$  exponiert;  
davon 29% auf nahe Hochspannungsleitungen zurückführbar  
(andere Quellen: Niederspannungsanlagen, Erdkabel,  
Haushaltsleitungen und -geräte)
- In 8 von 25 Haushalten (32%) näher als 50m an  
Hochspannungsleitungen war die mittlere  
Magnetfeldexposition  $> 0,2 \mu\text{T}$



aktuelles BfS-Forschungsvorhaben (seit April 2018):  
Erfassung der Magnetfeldexposition der Bevölkerung

# Warum ist der Erkenntnisgewinn so langsam?

- Leukämien im Kindesalter sind selten (Inzidenzrate ~5 pro 100 000) und nur etwa  $\leq 1\%$  der Kinder sind  $\geq 0,3\mu\text{T}$  exponiert
- komplexe Erkrankungen, d.h. verschiedene Risikofaktoren sind vermutlich zu verschiedenen Zeitfenster relevant
- Alles, was wir wissen, kommt von Fall-Kontroll-Studien mit den bekannten limitations (confounding, misclassification, selection and recall bias)
- Initiation/Ursprung und Promotion/Entwicklung der Erkrankung lässt sich nicht retrospektiv aus Fällen ableiten
- nur wenige adäquate Tiermodelle vorhanden
- Forschung ist auf Therapieoptimierung fokussiert



EU (27 Länder): wenn bis zu 2% aller Leukämiefälle durch Magnetfelder ausgelöst werden = 50-60 Fälle/Jahr aus: Grellier et al. 2014



# BfS intensiviert Ursachenforschung

2008: ICNIRP/WHO/BfS Workshop zu Risikofaktoren

2010: Erarbeitung einer interdisziplinären Forschungsagenda  
Initiierung von 5 Pilotprojekten

2012: MELODI/IRSN/BfS Workshop

2013: Vorstellung und Diskussion der Pilotprojekte

2016: 5. Internationaler Workshop

20.-22. Nov 2019: 6. Internationaler Workshop

aktuelles BfS-Forschungsvorhaben (seit Dez 2016):  
Untersuchungen zum Immunstatus von  
Magnetfeldexponierten Tiermodellen

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

BNetzA Informationstag – 11. September in Erfurt

