



Elektrische und magnetische Felder beim Netzausbau

Dr. Gunde Ziegelberger

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:

- Bereitstellung neutraler, verständlicher Informationen
- Minimierung der Exposition (Novellierung der 26. BImSchV 2013)
- Konsequente Erforschung wissenschaftlicher Unsicherheiten

⇒ *Begleitendes Forschungsprogramm
„Strahlenschutz beim Stromnetzausbau“*

Auftaktveranstaltung am 11. Juli 2017

siehe Poster am Thementisch „Elektrische und magnetische Felder“

Biologische Wirkungen von statischen Feldern

Elektrisches Gleichfeld

- Keine *direkten* gesundheitlichen Wirkungen bekannt, daher kein Grenzwert
- *Indirekte* Wirkungen nur an Körperoberfläche: Kraftwirkung auf Haare, Funkenentladungen, Kontaktströme



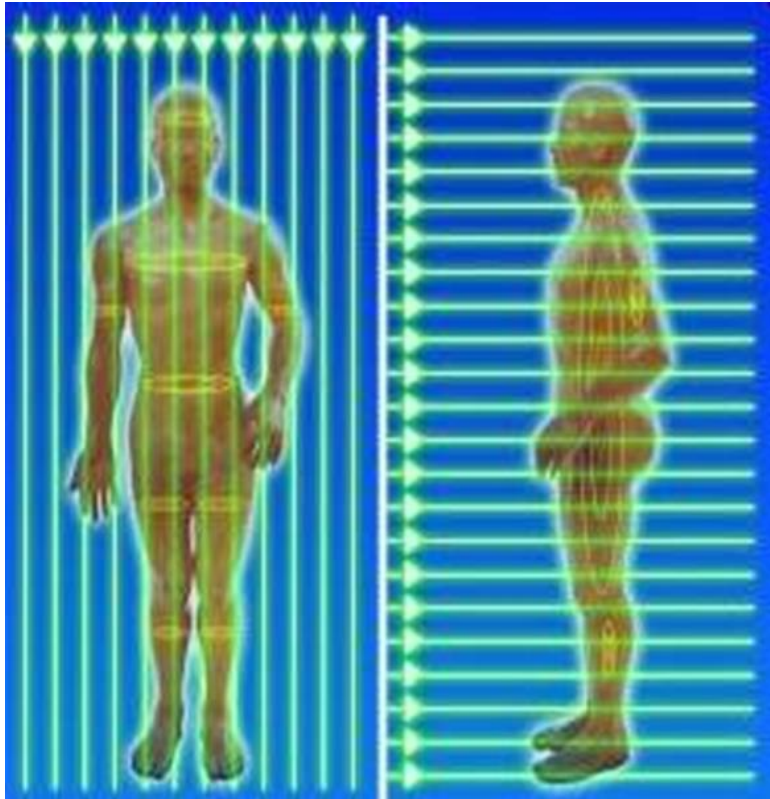
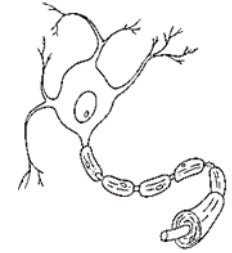
Magnetisches Gleichfeld

- 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:

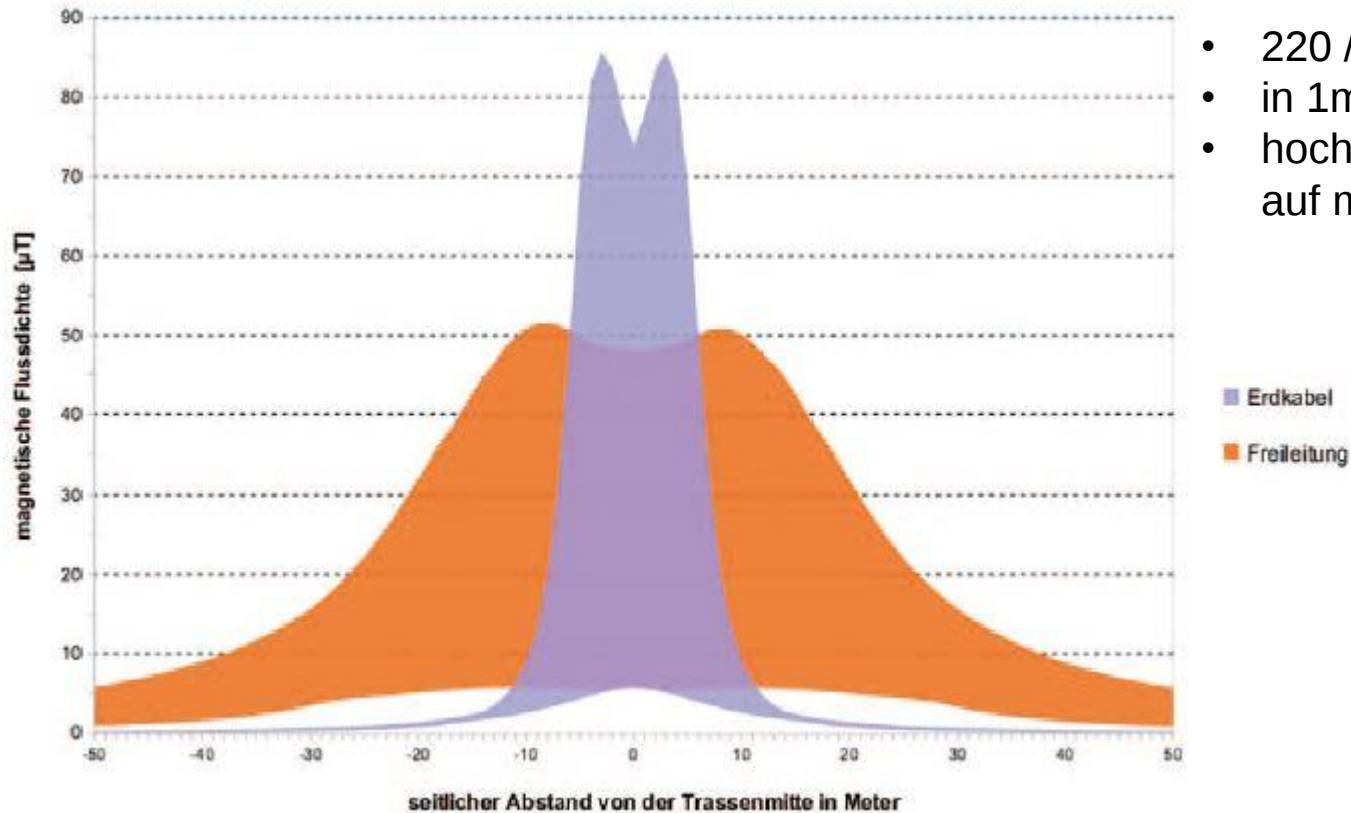
- epidemiologische Beobachtungsstudien (Fall-Kontrollstudien, Kohortenstudien,...)
- experimentelle Tierstudien unter kontrollierten Expositionsbedingungen
(Mehrgenerationsstudien,...)
- *in vitro*-Studien zur Suche nach Wirkmechanismen

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

Häufig auftretende Missverständnisse

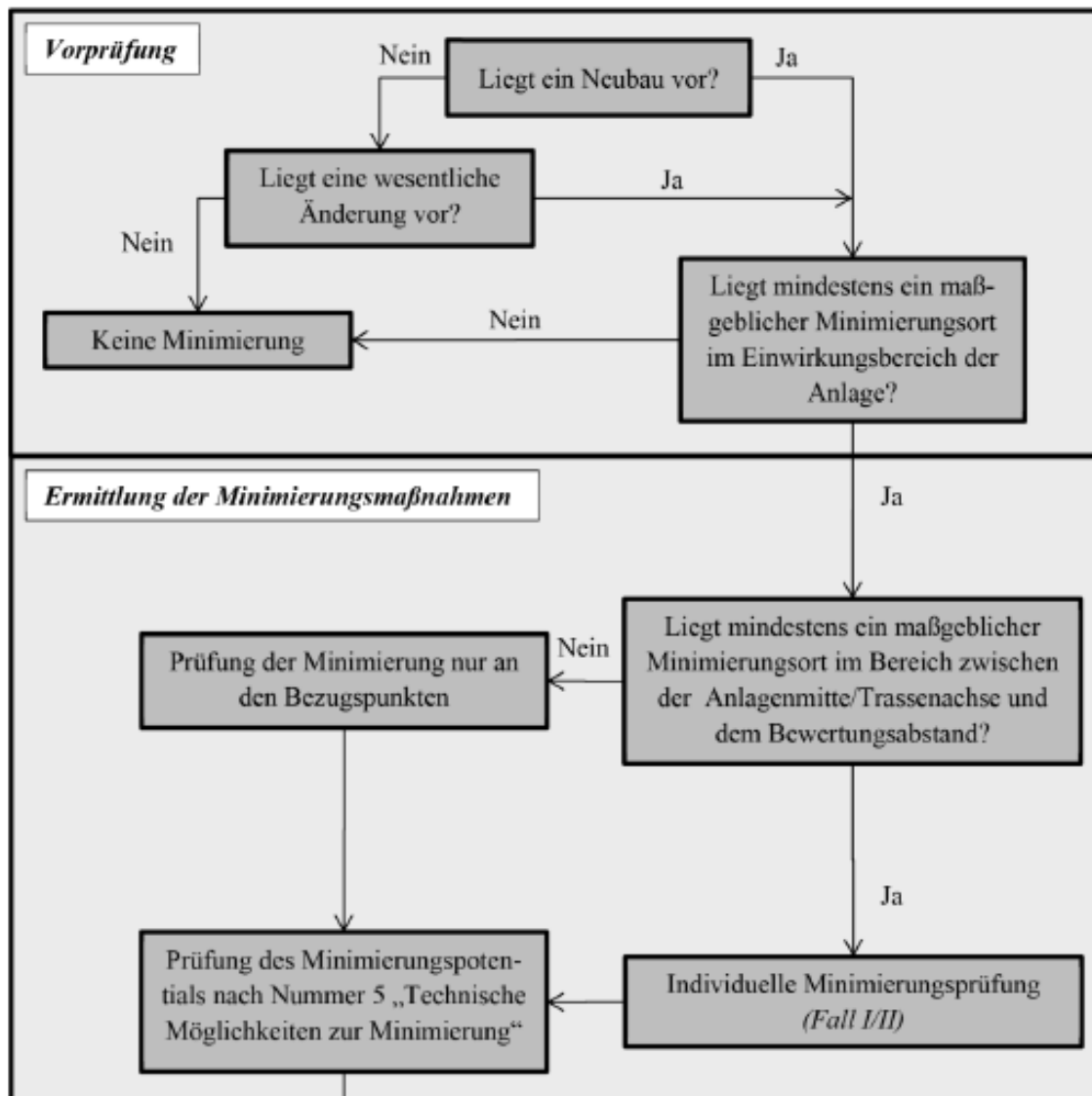
- (1) **Falsch:** jeder biologische Effekt ist auch ein gesundheitsrelevanter Effekt
Richtig: nicht jeder biologische Effekt ist von gesundheitlicher Relevanz
- (2) **Falsch:** die Grenzwerte schützen NUR vor akuten Wirkungen
Richtig: die Grenzwerte schützen vor allen nachgewiesenen Wirkungen

Schwankungsbreite von Messdaten



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

aus BfS Forschungsvorhaben: Daten von Ecolog-Institut erhoben



Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur 26. BImSchV

(25. Februar 2016)

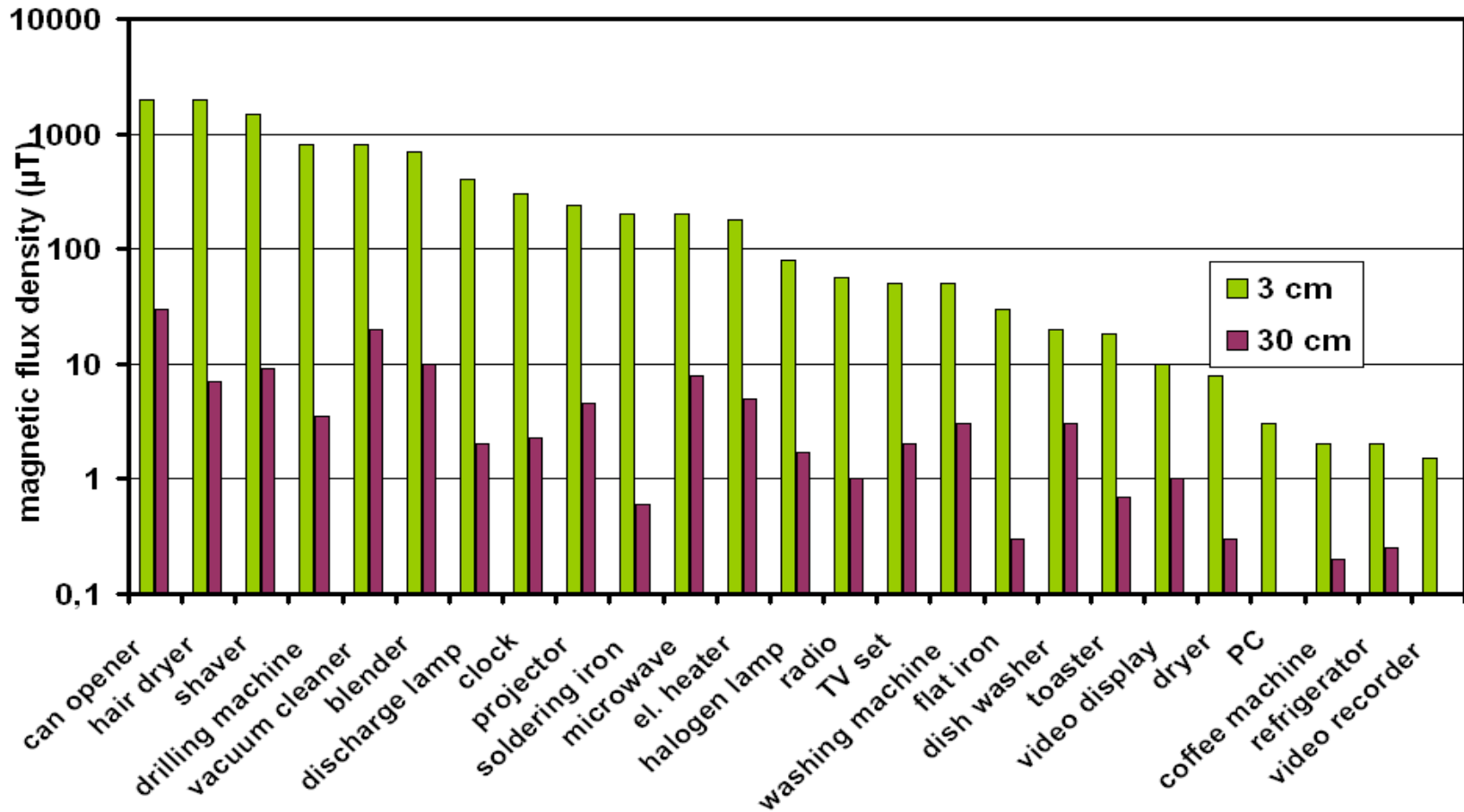
Minimierungsgebot

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

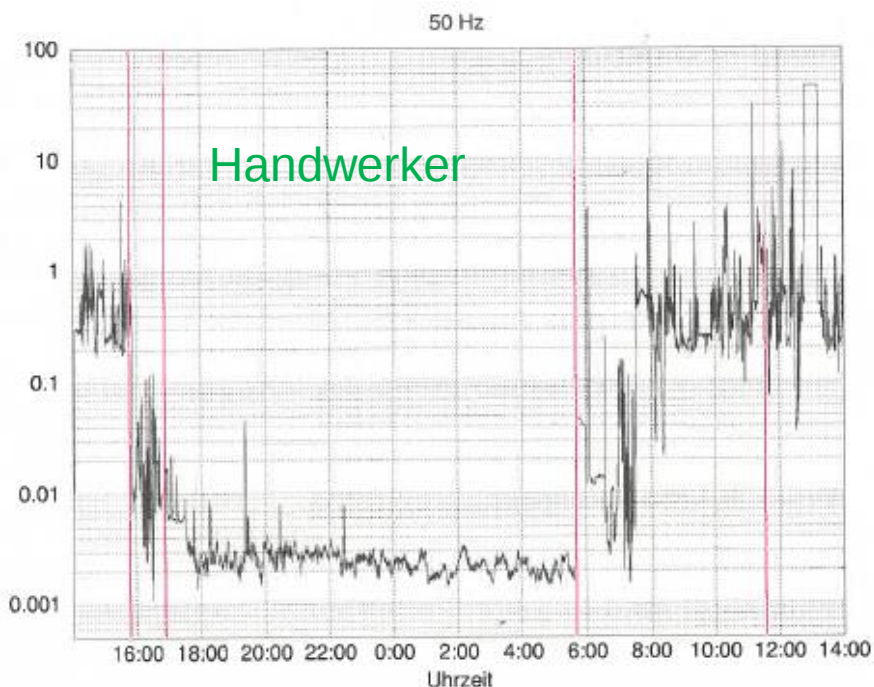
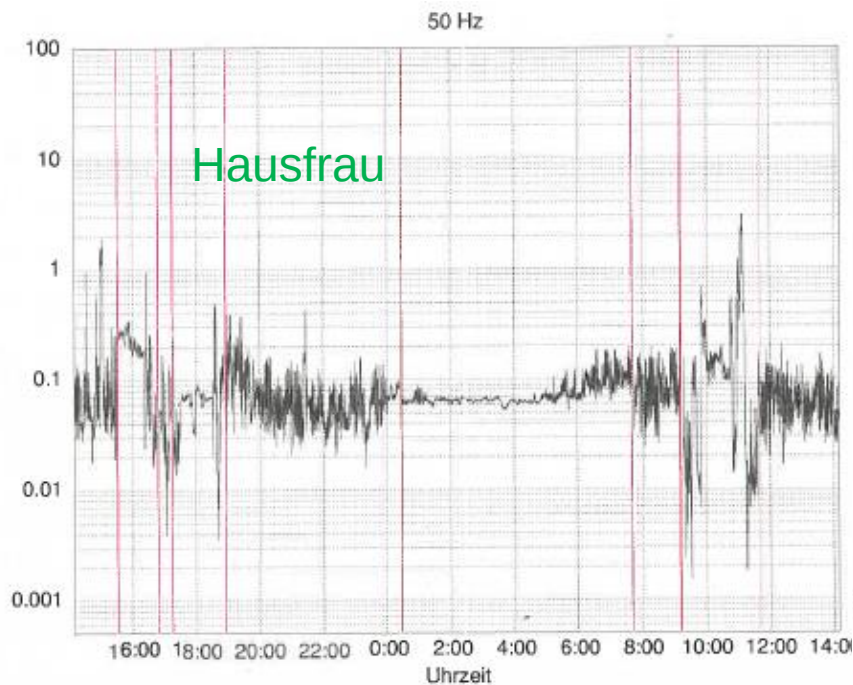
Häufig auftretende Missverständnisse

- (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
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

km/h

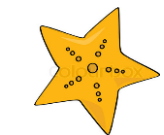
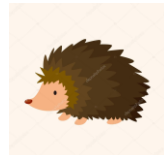
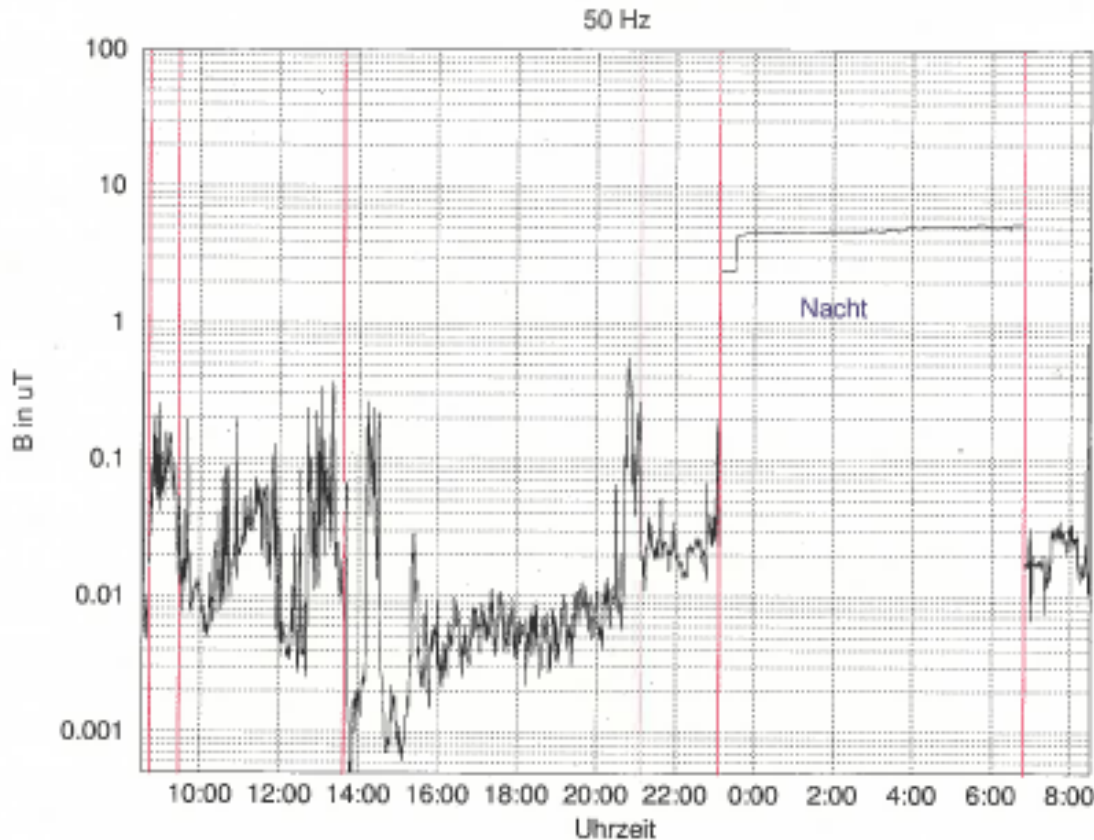


Abbildung 30: Beispiel eines Tagesprofils mit besonderer Exposition in der Nacht

	Anzahl	MW μT	SD μT	P25 % μT	MD μT	P75 % μT	P90 % μT	P95 % μT	P99 % μT
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



Bundesamt für Strahlenschutz

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

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-assoziierten 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):

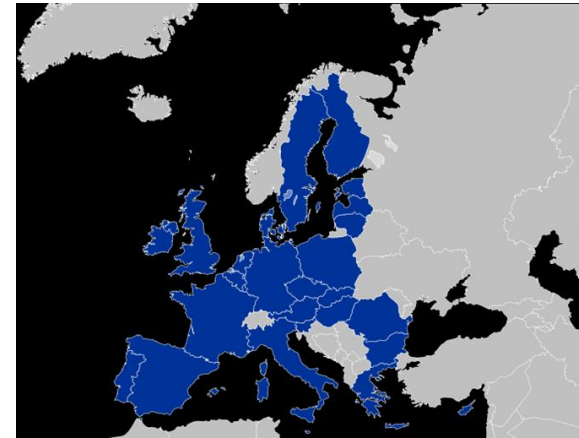
- 1,4 % der Kinder sind $> 0,2 \mu\text{T}$ exponiert;
davon 29% auf nahe Hochspannungsleitungen zurückführbar
(andere Quellen: Niederspannungsanlagen, Erdkabel,
Haushaltsleitungen und -geräte)
- In 8 von 25 Haushalten (32%) näher als 50m an
Hochspannungsleitungen war die mittlere
Magnetfeldexposition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



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 Zeitfenstern 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

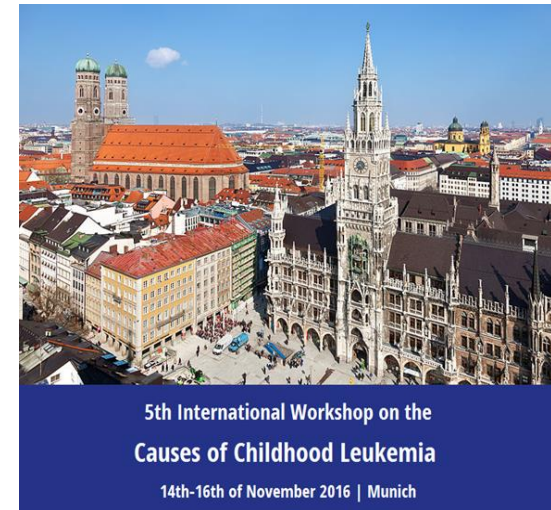
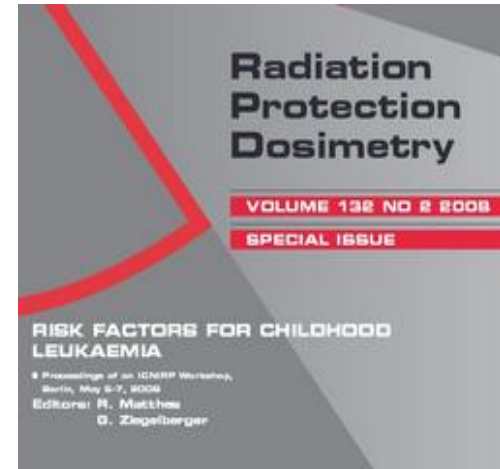
2010: Erarbeitung einer interdisziplinären Forschungsagenda
Initiierung von 5 Pilotprojekten

2012: MELODI/IRSN/BfS Workshop

2013: Vorstellung und Diskussion der Pilotprojekte

2016: 5. Internationaler Workshop

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



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

Richtig: Forschung wurde stets bei wissenschaftlichen Unsicherheiten in der Risikobewertung initiiert



Fragen?

