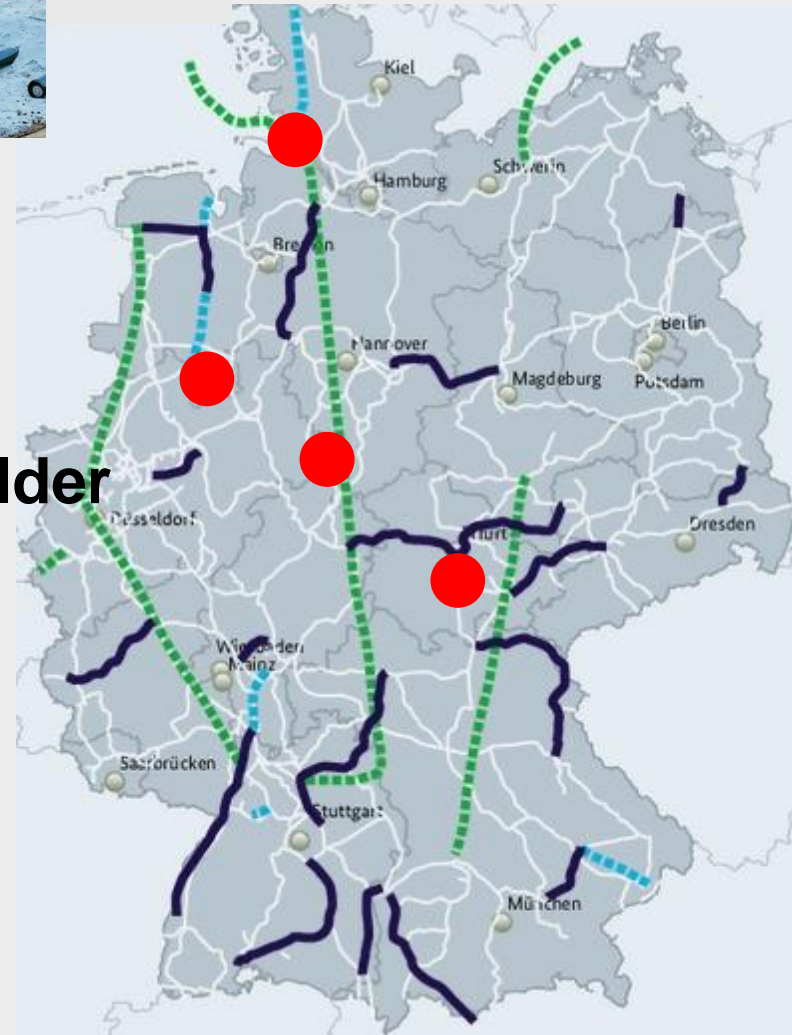




# Neue Hochspannungsleitungen: Gesundheitliche Risiken durch elektrische und magnetische Felder bei Gleich- und Wechselstrom

Dr. H.-Peter Neitzke,  
ECOLOG-Institut  
für sozial-ökologische Forschung und Bildung  
Hannover

Magdeburg, 30.09.2015



# Gesundheitliche Auswirkungen von HGÜ-Trassen

## Direkte Wirkungen

- Elektrisches Feld
- Magnetisches Feld



## Indirekte Wirkungen

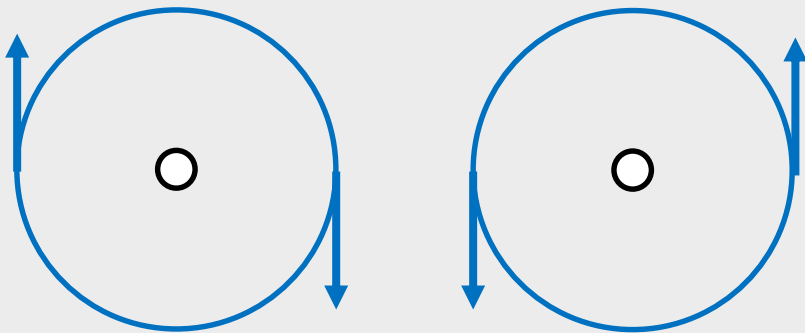
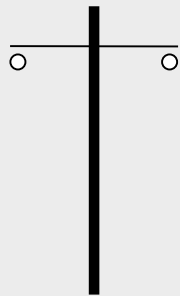
Elektrisches Feld:

- Aufladungen
- Corona-Entladungen

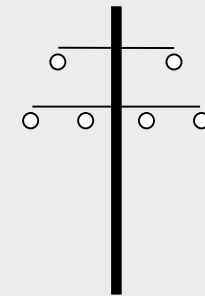


# Magnetfelder an HGÜ-Trassen

## HGÜ-Freileitung



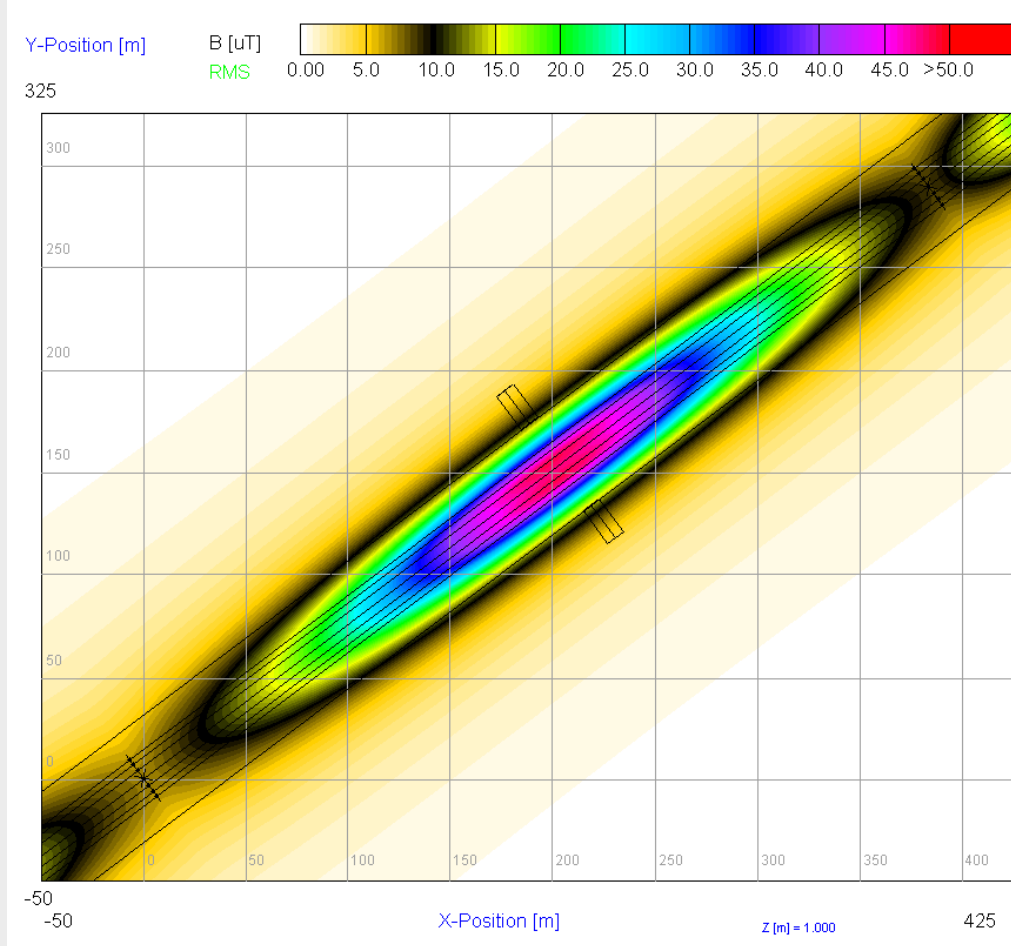
## DHÜ-Freileitung



Teilweise Kompensation der Beiträge der Leiterseile zum Magnetfeld abhängig von

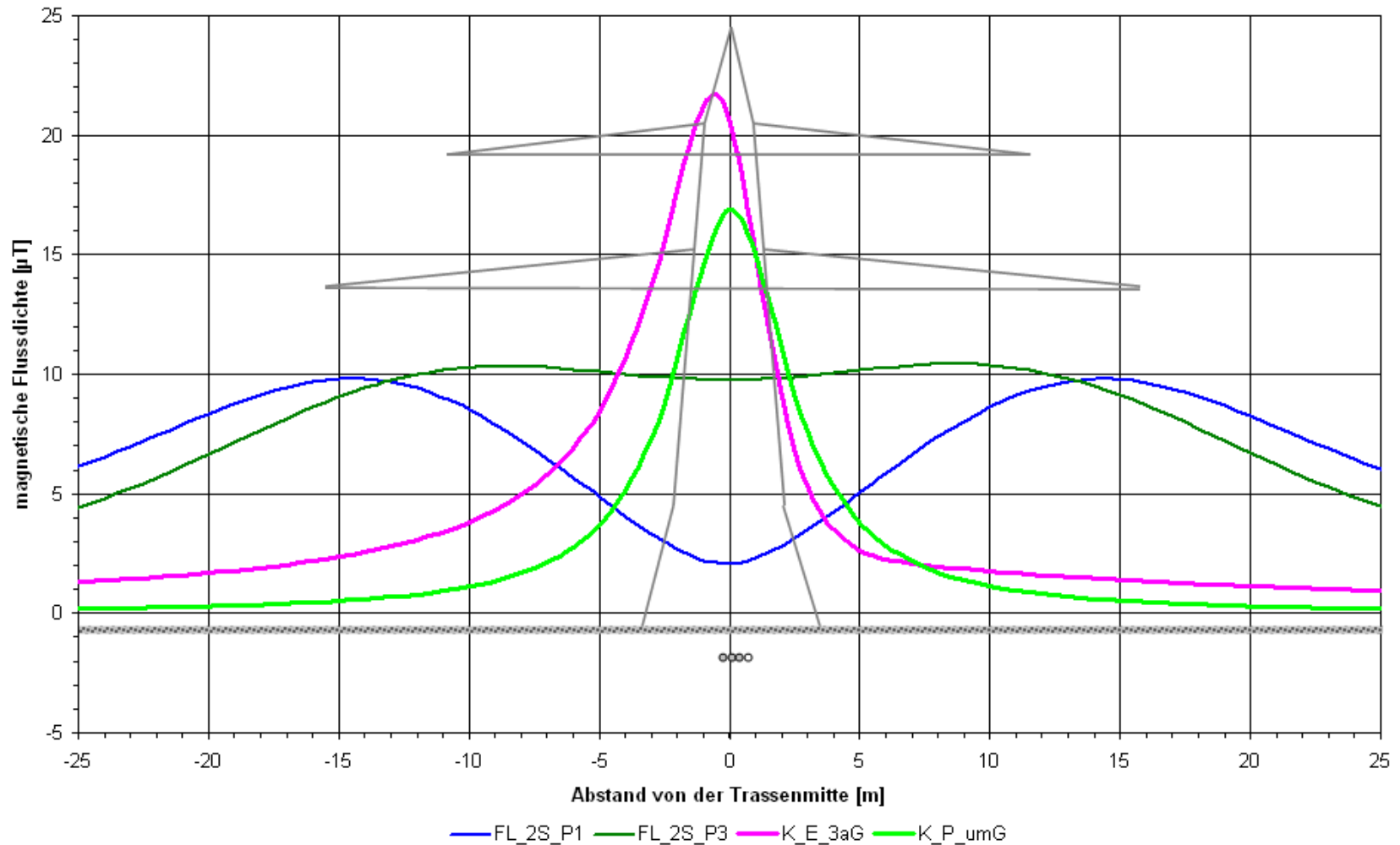
- Anordnung der Leiterseile
- Abstand der Leiterseile
- Phasenbelegung

# Magnetfelder von Hochspannungsfreileitungen



Magnetfeld an einer 380 kV-Freileitungstrasse

# Magnetfelder an Höchstspannungstrassen (380 kV/1520 A)



FL\_2S\_P1: S S  
RT RT

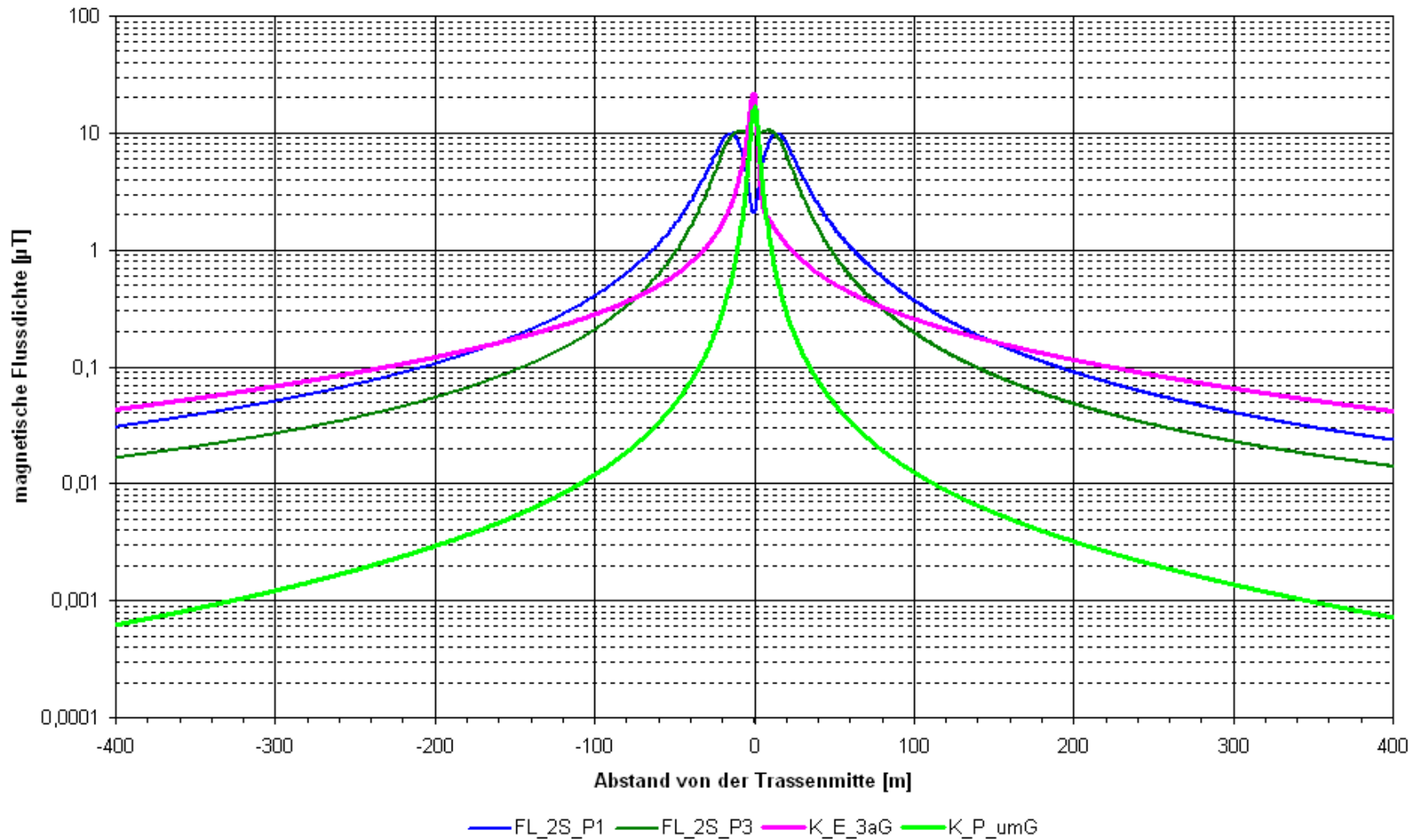
FL\_2S\_P3: S T  
RT SR

K\_E\_3aG: o o o o

K\_P\_umG: o o  
o o

Magnetfeld in 1 m Höhe über Grund FL Freileitung K Erdkabel

# Magnetfelder an Höchstspannungstrassen (380 kV/1520 A)



FL\_2S\_P1: S S  
RT RT

FL\_2S\_P3: S T  
RT SR

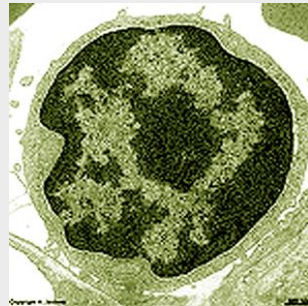
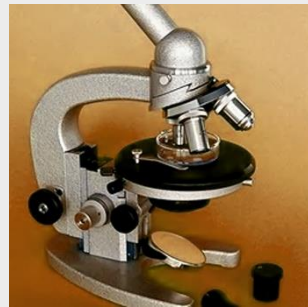
K\_E\_3aG: ○○○○

K\_P\_umG: ○○  
○○

Magnetfeld in 1 m Höhe über Grund FL Freileitung K Erdkabel

# Forschungsansätze

- **Epidemiologische Studien**  
Erkrankungsrate in der Bevölkerung in Abhängigkeit von der Exposition
- **Experimentelle Untersuchungen am Menschen**  
Auftreten biologischer Effekte in Abhängigkeit von der Exposition
- **Experimentelle Untersuchungen am Tier**  
Entwicklung von Krankheiten und Auftreten biologischer Effekte in Abhängigkeit von der Exposition
- **Experimentelle Untersuchungen (in vitro) an Gewebe oder Zellen**  
Auftreten biologischer Effekte in Abhängigkeit von der Exposition, biophysikalische Wirkungsmechanismen



# Gesundheitsrisiken durch elektrische und magnetische Felder



DHÜ/HVAC

Übertragung  
elektrischer  
Energie



HGÜ/HVDC

Niederfrequente Felder  
 $f = 50 \text{ Hz}$

Niederfrequente Felder  
 $f = n \cdot 50 \text{ Hz}$

Statische Felder  
 $f = 0 \text{ Hz}$

Elektrisches Feld ?

Elektrisches Feld ?

Elektrisches Feld ?

Magnetisches Feld

Magnetisches Feld ?

Magnetisches Feld ?

✗ Erdkabel



- **Gruppe 1: Agenzien, die karzinogen beim Menschen sind**
  - Asbest (alle Formen, 2012)
  - Autoabgase Diesel (2012)
  - Benzol (2012)
  - Holzstaub (2012)
  - ionisierende Strahlung (alle Arten, 2012)
  - Kohle, Verbrennung in Haushalten (2010)
  - Ruß (berufliche Exposition, 2012)
  - Tabak (in jeder Form), Tabakrauch (2012)
  - UV-Strahlung (2012)
- **Gruppe 2A: Agenzien, die wahrscheinlich karzinogen beim Menschen sind**
  - Acrylamid (1994)
  - Biomasse (vor allem Holz), Verbrennung in Haushalten (2010)
  - Insektizide (nicht arsenhaltig, 1991)
  - Nitrat, Nitrit (Nahrungsaufnahme, 2010)
- **Gruppe 2B: Agenzien, die möglicherweise karzinogen beim Menschen sind**
  - Autoabgase Benzin (1989)
  - Bitumen (1987)
  - DDT (1991)
  - **extrem niederfrequente magnetische Felder (2002)**
  - hochfrequente elektromagnetische Felder (2011)
  - Nitrobenzin (Lösemittel, 1996)
- **Gruppe 3: Agenzien, die hinsichtlich ihrer Karzinogenität nicht klassifizierbar sind**
  - Glaswolle, Steinwolle (Isolation, 2002)
  - Saccharin (1999)
  - **extrem niederfrequente elektrische Felder (2002)**
  - **statische elektrische Felder (2002)**
  - **statische magnetische Felder (2002)**

# Biologische Wirkungen niederfrequenter Magnetfelder

Biologischer Effekt, gesundheitliche Auswirkung	B [ $\mu$ T]	Evidenz				
Stromreizung: Akute Schädigung des Gehirns	150.000	■	■	■	■	■
Stromreizung: Herzkammerflimmern	100.000	■	■	■	■	■
Magnetophosphene	1500	■	■	■	■	■
<b>Grenzwert (50 Hz, Stromversorgungsanlagen)</b>	<b>100</b>					
Gentoxizität (Tiere, Zellkulturen; Experiment)	100		■	■	■	■
Kanzerogenität (Tier, Experiment)	10			■	■	■
Hormonsystem (Melatonin, Erwachsene; Experiment)	10			■	■	■
Kanzerogenität (Krebs, Erwachsene; Epidemiologie)	1,0			■	■	■
Neurodegenerative Erkrankungen (Alzheimer, ALS, Erwachsene; Epidemiologie)	1,0				■	■
Psychische Beschwerden (Mensch; Experiment)	1,0				■	■
Herz-Kreislauf-System (Erwachsene; Experiment)	1,0				■	■
Zelluläre Funktionen (Zellkulturen; Experiment)	1,0		■	■	■	■
Zentrales Nervensystem (kognitive Funktionen, Erwachsene; Experiment)	0,5			■	■	■
Immunsystem (Erwachsene; Experiment)	0,5				■	■
Kanzerogenität (Leukämie, Kinder; Epidemiologie)	0,3		■	■	■	■

■	Nachgewiesener Effekt	■	Wahrscheinlicher Effekt	■	Möglicher Effekt	■	
---	-----------------------	---	-------------------------	---	------------------	---	--

# Biologische Wirkungen statischer Magnetfelder

- Epidemiologische Untersuchungen: Erhöhte Risiken für verschiedene Krebserkrankungen bei beruflich Exponierten, u.a.
  - Lungenkrebs
  - Bauchspeicheldrüsenkrebs
  - Krebs des hämatologischen Systems(Feychting 2005a)

- ➔ Zahl der Studien gering
- ➔ Befunde nicht konsistent
- ➔ Exposition oft nur sehr grob ermittelt
- ➔ Beschäftigte an Arbeitsplätzen oft auch anderen Noxen ausgesetzt

# Biologische Wirkungen statischer Magnetfelder

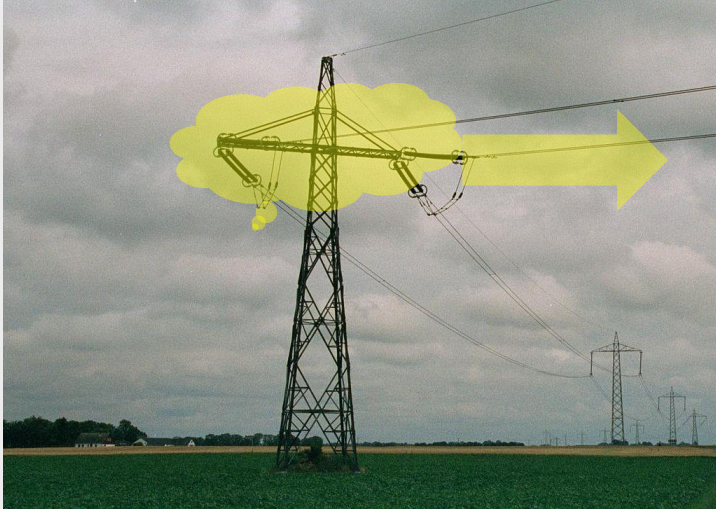
- Tierexperimentelle Untersuchungen  
(biologische Wirksamkeit im Bereich von 10 bis 100  $\mu\text{T}$ )
  - Störungen der Synthese des Hormons Melatonin in der Zirbeldrüse
  - Beeinträchtigungen des Orientierungsvermögens von Wirbeltieren und Wirbellosen

(Reuss et al. 1983, Semm et al. 1980, WHO 2006)
- In vitro-Experimente:  
(biologische Wirksamkeit bereits bei wenigen  $\mu\text{T}$ )
  - Gentoxizität
  - Zellwachstum
  - Gen-Expression
  - Membranfunktionen
  - Enzymaktivität
  - Zellmetabolismus und Zellorientierung

(WHO 2006)

- ➔ Zahl der Studien gering
- ➔ Befunde nicht konsistent

# Indirekte Wirkungen statischer elektrischer Felder



- Hohe elektrische Feldstärke
- Elektrische Entladungen (Corona-Entladungen)
- Bildung von Ionen
- Anlagerung an Aerosole
- Verdriftung
- Inhalation (erhöhte Lungengängigkeit)

Gesundheitliche Risiken durch ionisierte Luftschadstoffe grundsätzlich möglich

aber:

Bisher keine epidemiologischen Untersuchungen zur Gesundheitsrelevanz

# Grenzwerte und Vorsorgeempfehlungen

	Freq. [Hz]	D 26. BImSchV	CH NISV		Bioinitiative Working Group
			Immissions- grenzwerte	Immissions- grenzwerte	Anlage- grenzwerte
<b>Elektrische Felder</b>					
	0	-	-	-	-
	50	5 kV/m	5 kV/m	-	-
<b>Magnetische Felder</b>					
	0	500 $\mu$ T	-	-	-
allgemein	50	200 $\mu$ T	100 $\mu$ T	1 $\mu$ T	0,1 $\mu$ T
Stromversorg.- anlagen	50	100 $\mu$ T			

# Vorsorgeempfehlungen des BfS

(Dehos et al. (BfS) 2013)

Der zusätzliche Immissionsbeitrag einer neuen oder wesentlich veränderten Hochspannungsleitung sollte die bestehende zivilisatorisch bedingte Hintergrundbelastung an Orten, wo sich Personen gewöhnlich einen großen Teil des Tages aufhalten, nicht wesentlich erhöhen.

## **zivilisatorisch bedingte 50 Hz-Hintergrundbelastung**

(Neitzke et al. 2009, im Auftrag des BfS)

Einfamilienhäuser: **0,02  $\mu$ T**

Mehrfamilienhäuser: **0,07  $\mu$ T**

**→ Begrenzung auf 0,1  $\mu$ T**

Bei Gleichstromanlagen soll der zusätzliche Immissionsbeitrag nicht höher als die natürliche Hintergrundbelastung (Erdmagnetfeld) sein.

**Unter Vorsorgegesichtspunkten zu hoch!**  
**Empfehlung ECOLOG:**  
**Begrenzung auf 0,1  $\mu$ T**

