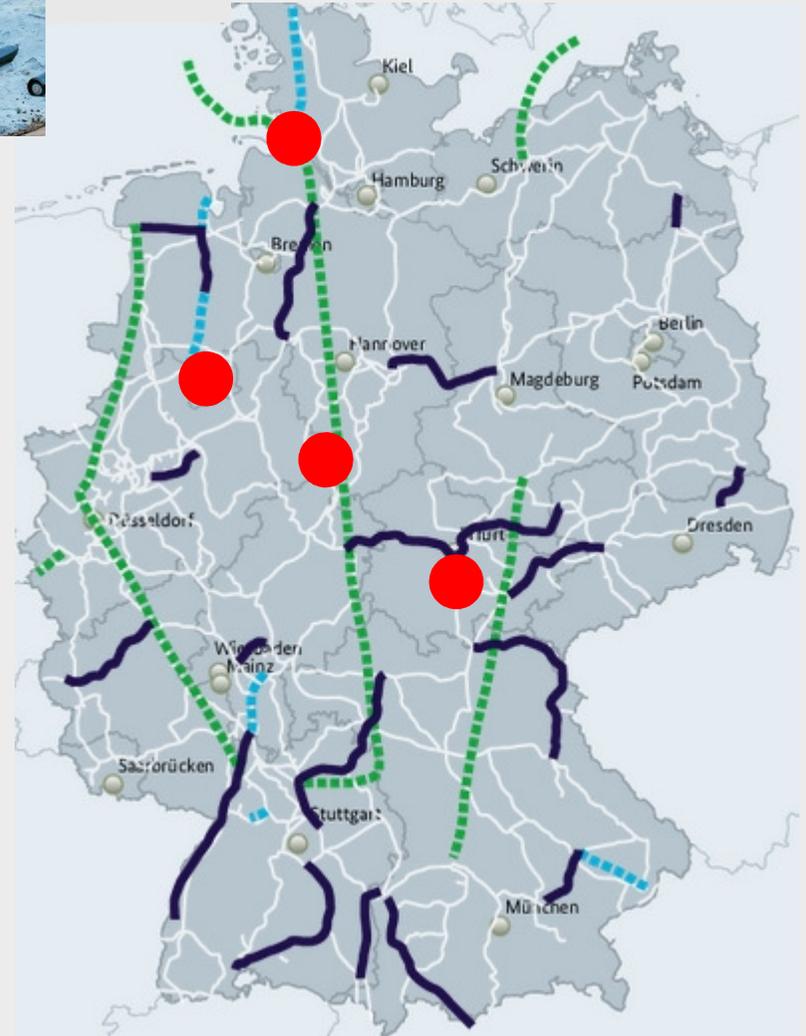


Gesundheitsvorsorge bei der Planung von Stromübertragungstrassen

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

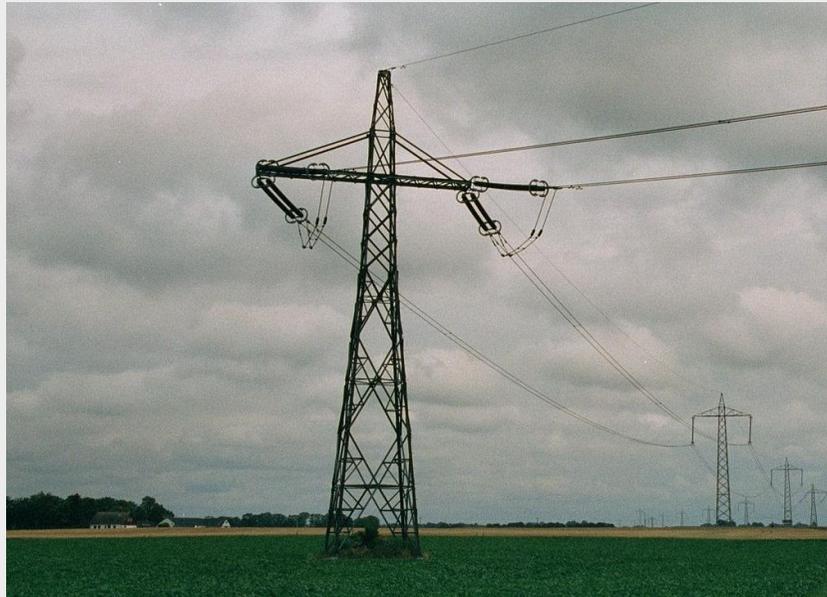
Hannover, 25.11.2014



Gesundheitliche Auswirkungen von HGÜ-Trassen

Direkte Wirkungen

- Elektrisches Feld
- Magnetisches Feld



Indirekte Wirkungen

Elektrisches Feld:

- Aufladungen
- Corona-Entladungen

SuedLink: Elektrische und magnetische Felder

SuedLink: Technische Daten

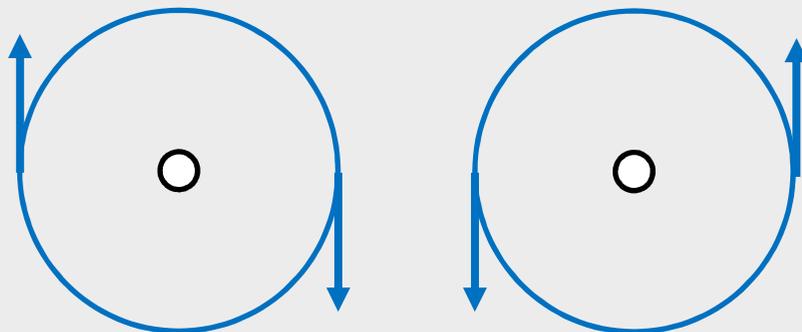
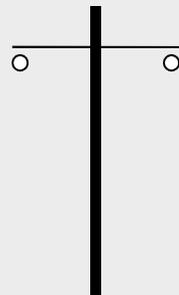
- Spannung: 500 kV
 - ⌘ elektrisches Feld (quasi-statisch)
nur Freileitung
 - ⌘ direkte Feldwirkungen
 - ⌘ indirekte Feldwirkungen: Corona-Entladungen, Aufladung von Luftpartikeln
- Übertragungskapazität: 4 GW (2 GW pro Verbindung)
- Strom: 4000 A
 - ⌘ magnetisches Feld (quasi-statisch)
Freileitung und Erdkabel
 - ⌘ direkte Feldwirkungen

Natürliche elektrische und magnetische Felder

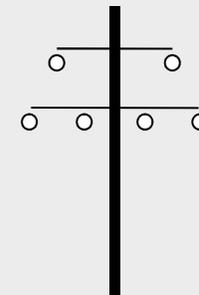
	Frequ.	Stärke	
Elektrische Felder			
Schönwetterfeld	0 Hz	130 V/m	starke zeitl. Schwankungen
Gewitterwolken	0 Hz	bis 3 kV/m	
Atmosferics	5 bis 1000 Hz	bis 0,5 V/m	
Magnetische Felder			
Erdmagnetfeld	0 Hz	Pole: 62 μT mitt. Breiten: 50 μT magn. Äquat.: 31 μT	lokale Anomalien: Untergrund zeitliche Veränderung: <ul style="list-style-type: none"> • Erdrotation / Sonnenwind • Sonnenaktivität • Verschiebung der Pole
Prozesse Iono- u. Magnetosphäre	0 Hz	1 μT	
Wechselwirkung Sonne - Erde	bis 100 Hz	0,02 nT bis 0,1 μT	
Atmosferics	5 bis 1000 Hz	bis 0,5 10^{-4} μT	

Magnetfelder an HGÜ-Trassen

HGÜ-Freileitung



DHÜ-Freileitung



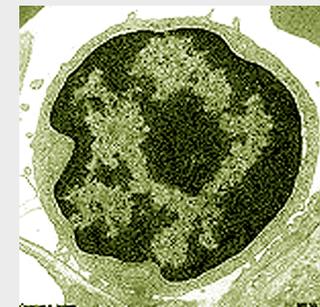
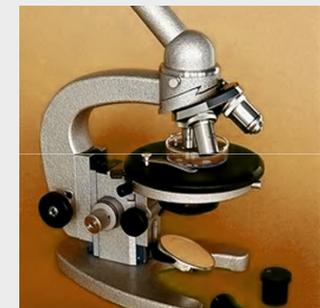
Teilweise Kompensation der Beiträge der Leiterseile zum Magnetfeld

abhängig von

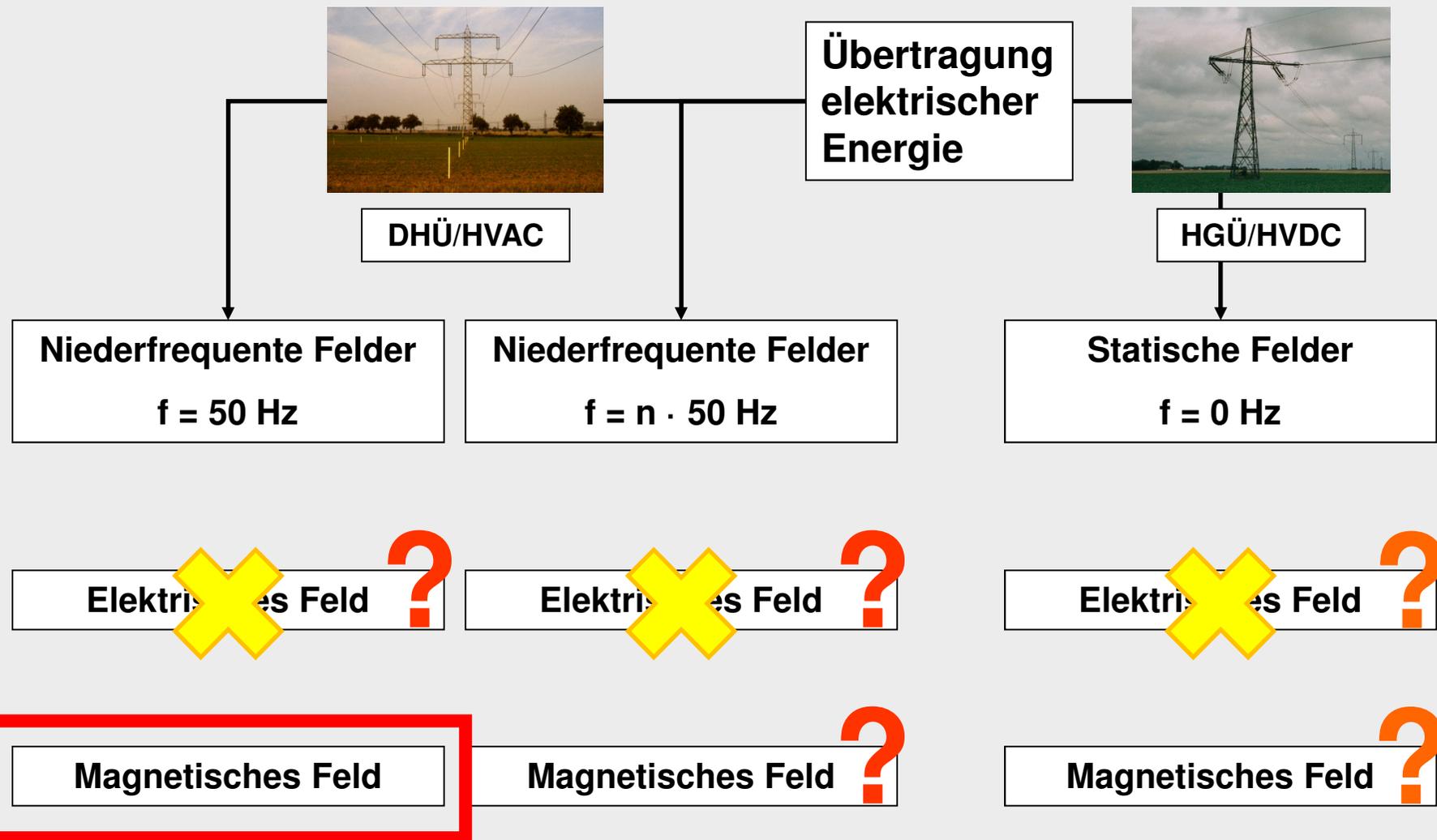
- Anordnung der Leiterseile
- Abstand der Leiterseile
- Phasenbelegung

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



 Erdkabel

Bewertung der Kanzerogenität von Alltagsnoxen

(IARC 05/2012)

- **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)**

Wissenschaftliche Evidenz

Kategorien zur Klassifizierung wissenschaftlicher Evidenz (BUWAL 2003)

- **Nachgewiesener Effekt**
Die Kriterien der ICNIRP sind erfüllt:
 - Konsistenz der Untersuchungsergebnisse
 - Plausibilität der Wirkung
- **Wahrscheinlicher Effekt**
Es gibt mehrfache Hinweise für den Effekt.
- **Möglicher Effekt**
Es bestehen nur vereinzelte Hinweise für den Effekt.

Biologische Wirkungen niederfrequenter Magnetfelder

Biologischer Effekt, gesundheitliche Auswirkung	B [μ T]	Evidenz				
Stromreizung: Akute Schädigung des Gehirns	150.000	■	■	■	■	■
Stromreizung: Herzkammerflimmern	100.000	■	■	■	■	■
Magnetophosphene	1500	■	■	■	■	■
Grenzwert (50 Hz, Stromversorgungsanlagen)	100					
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

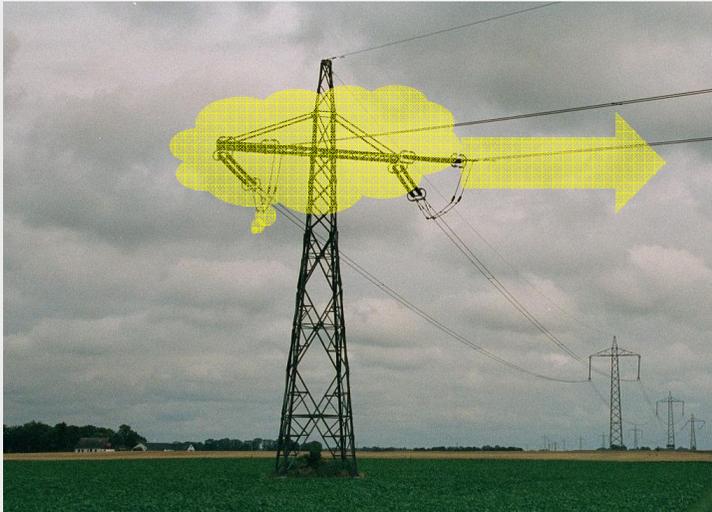
- Tierexperimentelle Untersuchungen
(biologische Wirksamkeit im Bereich von 10 bis 100 μT)
 - Störungen der Synthese des Hormons Melatonin in der Zirbeldrüse
 - Beeinträchtigungen des Orientierungsvermögens von Wirbeltieren und Wirbellosen

(Reuss et al. 1983, Semm et al. 1980, WHO 2006)
- In vitro-Experimente:
(biologische Wirksamkeit bereits bei wenigen μT)
 - 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 gesundheitlichen Relevanz

Grenzwerte und Vorsorgeempfehlungen

	Freq. [Hz]	D 26. BImSchV	CH NISV		Bioinitiative Working Group
		Immissions- grenzwerte	Immissions- grenzwerte	Anlage- grenzwerte	Vorsorge- empfehlung
Elektrische Felder					
	0	-	-	-	-
	50	5 kV/m	5 kV/m	-	-
Magnetische Felder					
	0	500 μ T	-	-	-
allgemein	50	200 μ T	100 μ T	1 μ T	0,1 μ T
Stromversorg.- anlagen	50	100 μ 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 μ T**

Mehrfamilienhäuser: **0,07 μ T**

⌘ **Begrenzung auf 0,1 μ 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 μ T