

Guten Tag!





Guten Tag !



Dr. Ulrich Kilian

science & more redaktionsbüro

In Betzen 8 • 88699 Frickingen

Tel. 07554-2104350

E-Mail uk@science-and-more.de

www.science-and-more.de/emvu



Elektromagnetische Felder

Physikalische Grundlagen & Biologische Wirkungen

EMF – an allem schuld?

Schlaf-
störungen

Herzrasen

Hirntumoren

Kopf-
schmerzen

Tinnitus

Krebs

Tatort



Was denkt der Bürger?

- ➔ Telefonumfrage des BfS 2003–06, 2009, 2013, 2021
- ➔ 2000 Interview ab 14 Jahren
- ➔ Fragen zu:
 - Kenntnissen
 - Beeinträchtigungen
 - Sorgen bzgl. Mobilfunk
 - Handynutzung
 - Wohnort etc.

Assoziationen



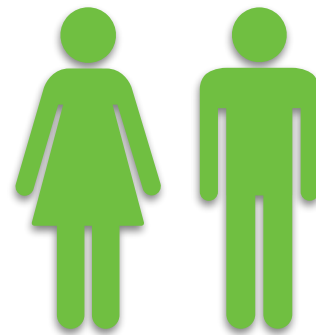
Abb. 1 Spontane Assoziationen mit dem Stichwort „Mobilfunk“

Typen

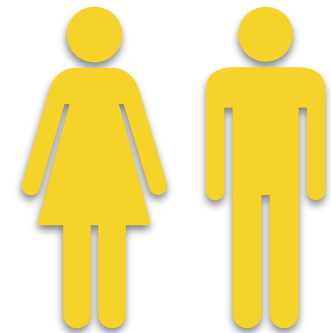
Befürworter:innen



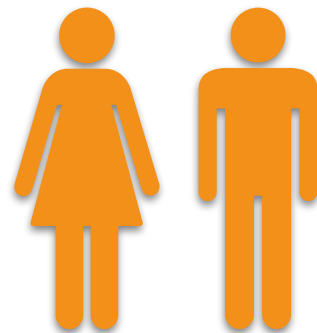
Wohlwollend
Indifferente



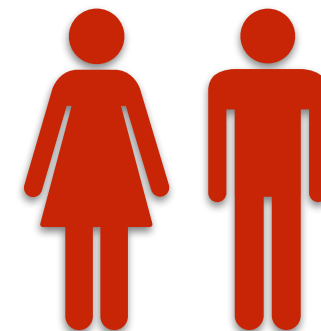
Rationale
Skeptiker:innen



Emotionale
Traditionalist:innen



Ablehner:innen



Meinungen zu 5G

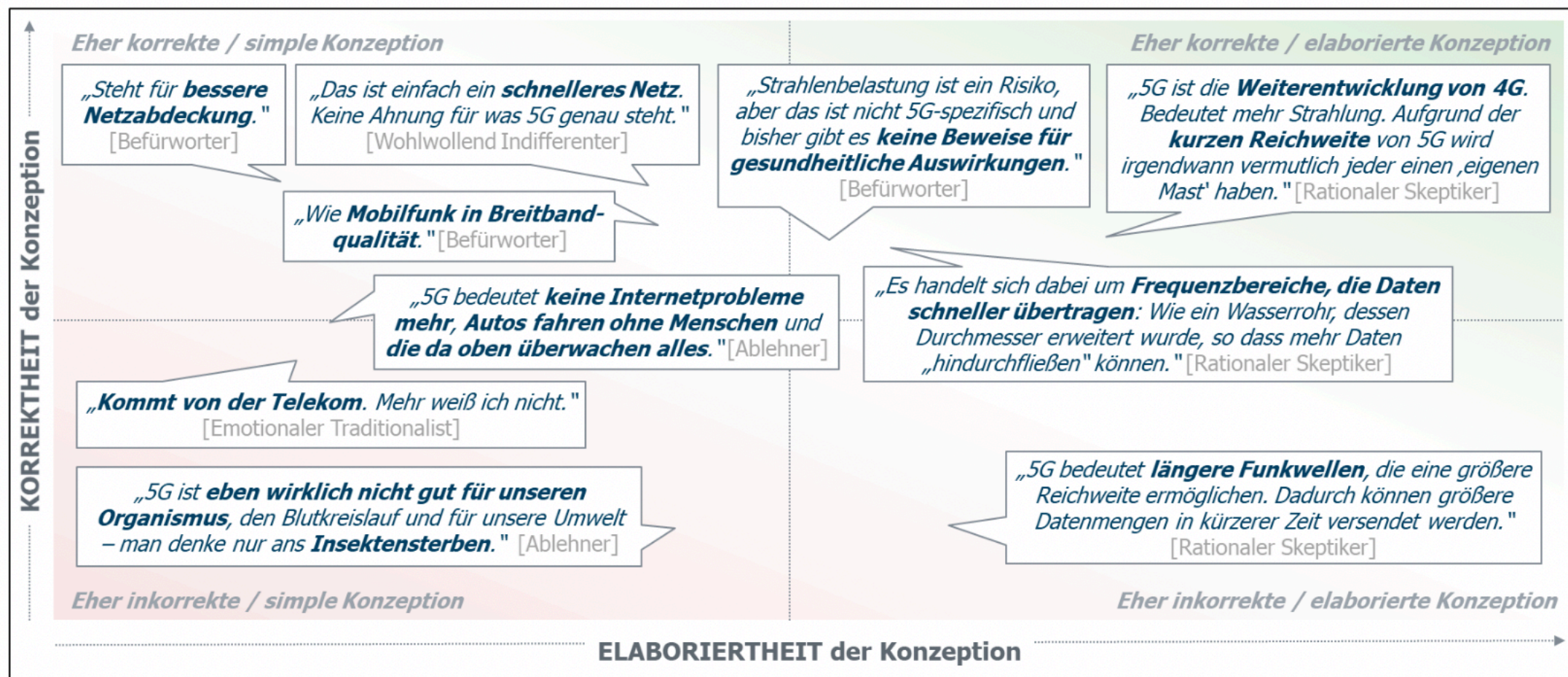


Abb. 2 5G Konzeptionen – unterschieden nach Elaboriertheit und Korrektheit der Konzeption

5G: Chancen und Risiken

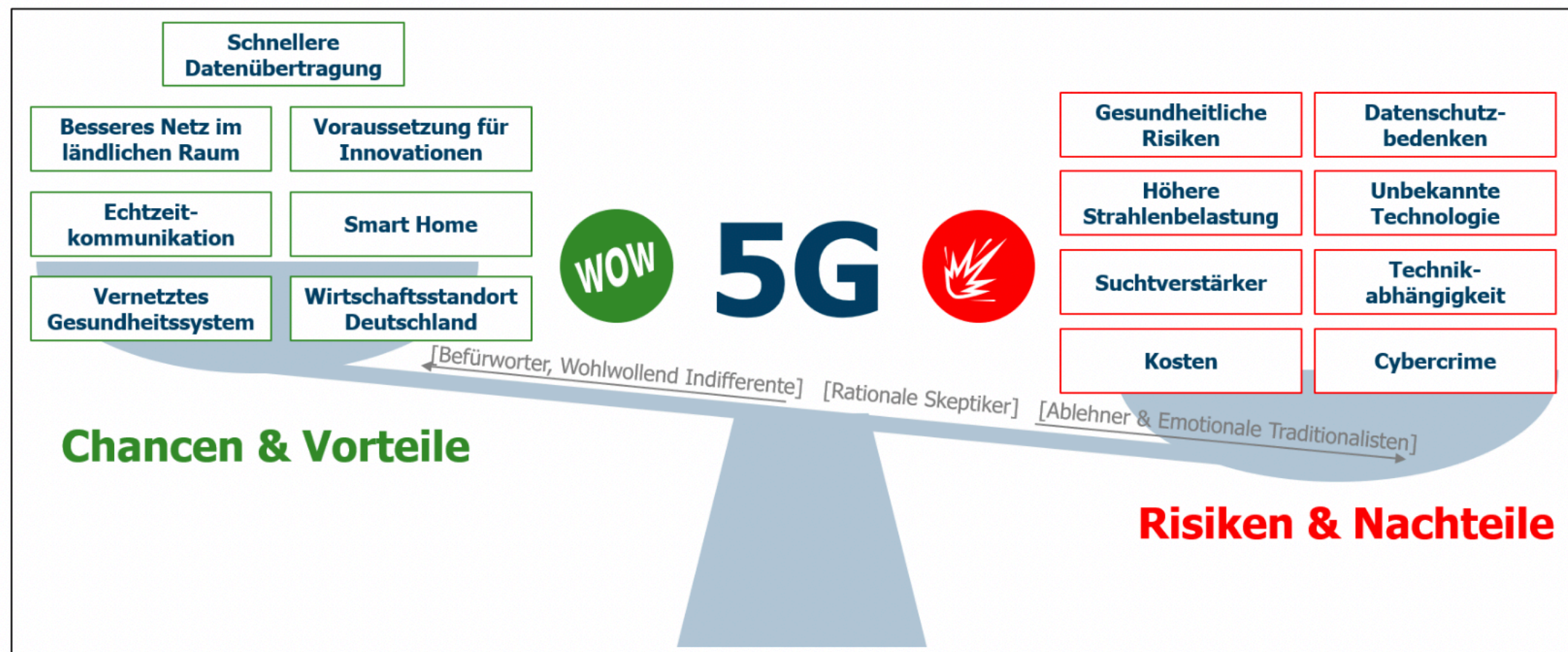


Abb. 3 Wahrgenommene Chancen und Risiken im Kontext 5G

Risiken des Lebens

AUßENVERGLEICH: 5G & Mobilfunk als Risiko für das eigene Leben?

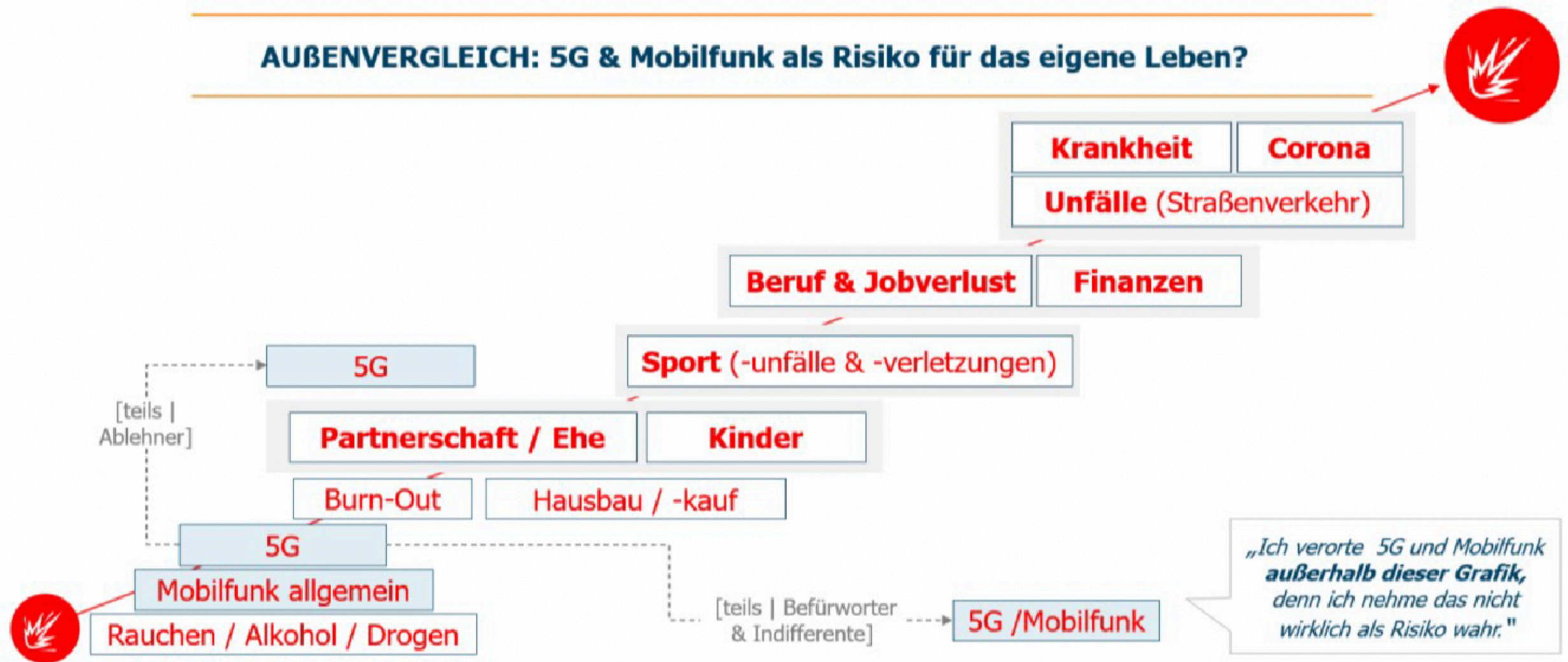


Abb. 4 Risikowahrnehmung von 5G & Mobilfunk im Außenvergleich

Risikowahrnehmung

	Befürworter:innen	Wohlwollend Indifferente	Rationale Skeptiker:innen	Emotionale Traditionalist:innen	Ablehner:innen
Grundannahme	Mobilfunkstrahlung weniger gesundheitsschädlich als andere Strahlungsquellen (z.B. Atomstrahlung, Röntgenstrahlung)				
Risiko-wahrnehmung Mobilfunkstrahlung	Bedenken bzgl. Gesundheitsrisiken, ABER: - Evidenz fehlt / ist nicht bekannt - Risiko erscheint im Vergleich zu greifbaren Risiken wie Übergewicht weniger gefährlich Nutzenüberlegungen überwiegen und überlagern im Alltag mögliche Bedenken	Hohes Grund-vertrauen in staatlichen Schutz und in Tatsache, dass bisher keine negativen Folgen sichtbar sind	- Wird von (natürlicher) Strahlung umgeben - Strahlung ist nicht generell bedenklich, nur bei Überschreitung bestimmter Grenzwerte Mobilfunk kann, muss aber kein Risiko darstellen	Mobilfunkstrahlung wird als Risiko für die Gesundheit eingeschätzt, ohne dass Details bekannt sind	- Mobilfunkstrahlung als omnipräsentes Risiko: nicht beeinflussbar; man kann sich nur begrenzt schützen - Vereinzelt: gefühlte Schädigung: Kopfschmerzen aufgrund von Handystrahlung
Umgang mit Mobilfunkstrahlung im Alltag	- Mögliche Risiken werden ausgeblendet bzw. vernachlässigt Sehr hohe Handynutzung - Wenn überhaupt, nur „Mini-Maßnahmen“ (Handy weniger oft in Hosentasche tragen)	- Mögliche Risiken werden ausgeblendet bzw. sind nicht bewusst Hohe Handynutzung - Eher keine expliziten Präventionsmaßnahmen	Mittlere bis hohe Handynutzung Präventionsmaßnahmen: Mit Headset telefonieren, Handy über Nacht aus- oder auf Flugmodus stellen bzw. nicht ans Bett	Einschränkung der Handynutzung: Geringe bis mittlere Nutzung - Weitere Maßnahmen: kein Handy ins Schlafzimmer, W-LAN über Nacht aus, Handy nicht in Personen-Nähe aufladen	Beschränkung der Handynutzung auf ein Minimum Diverse Maßnahmen: Alu-Schutz, W-LAN aus, nur kurz und nur mit Headset/Lautsprecher telefonieren, Handy nicht am Körper, Petition gegen 5G Ausbau

Abb. 5 Risikowahrnehmung Mobilfunkstrahlung und Umgang mit Mobilfunkstrahlung im Alltag unterschieden nach den fünf qualitativen Typen

Quantitative Befragung

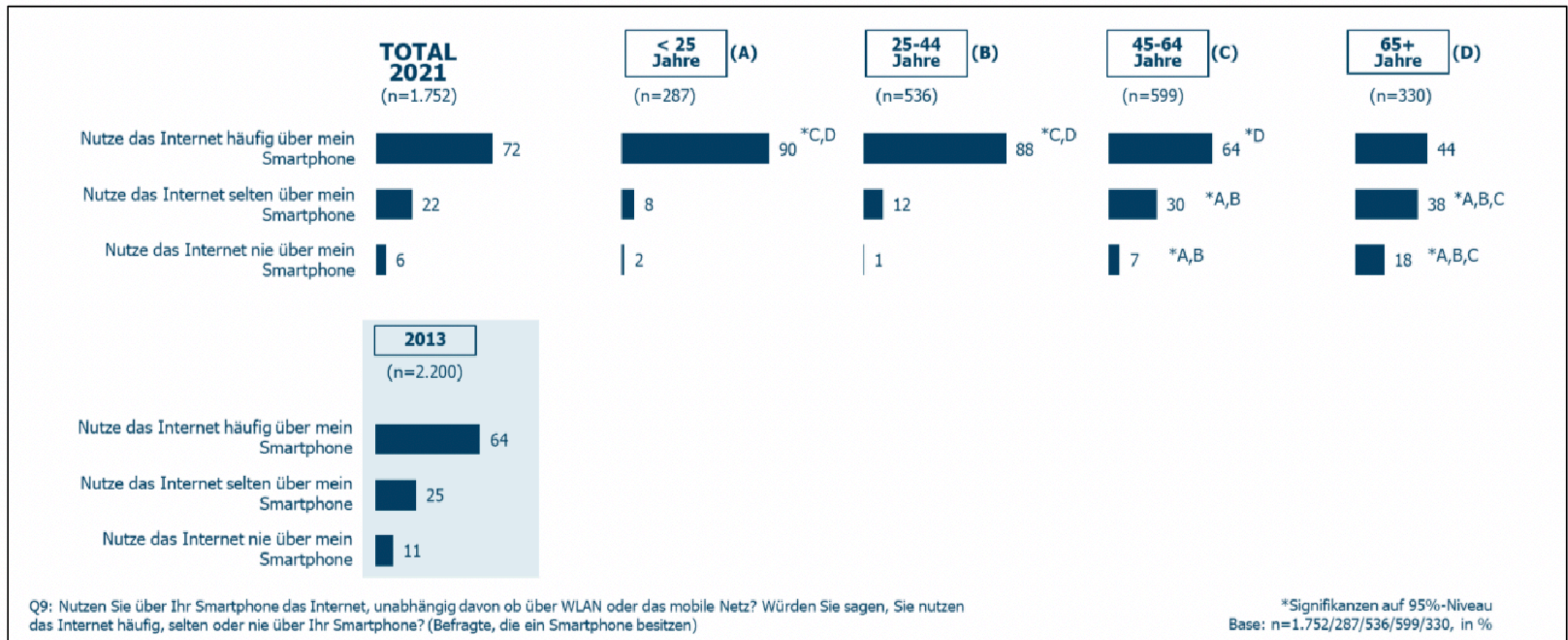
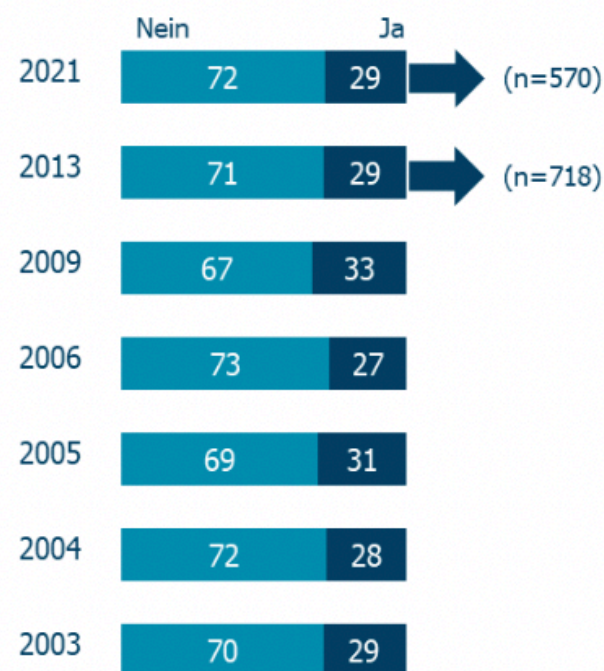
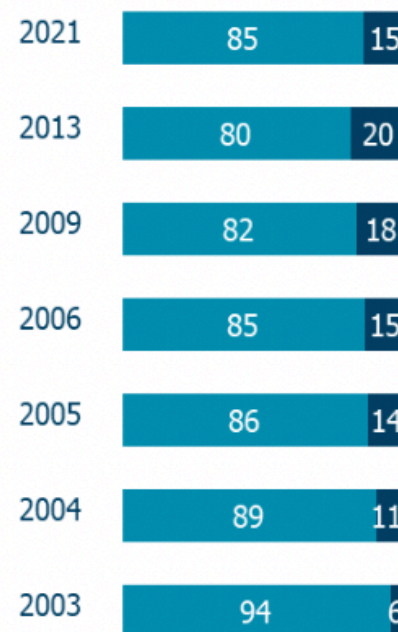


Abb. 10 Internetnutzung über das Smartphone

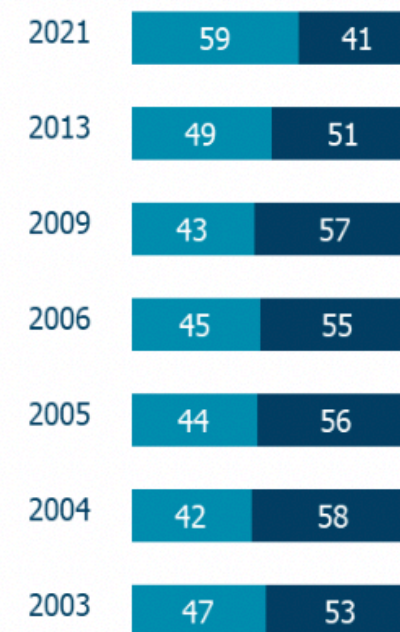
Bekanntheit SAR-Wert



Einfluss des SAR-Werts beim letzten Handykauf



Einfluss des SAR-Werts Beim nächsten Handykauf



Ja ■
Nein ■

Q41: Wussten Sie, dass jedes Handy/ Smartphone einen so genannten SAR-Wert hat, der Aussagen über die Strahlungsintensität des Handys/ Smartphone macht?
Q42: Hat die Höhe des SAR-Wertes schon einmal Ihre Entscheidung über die Anschaffung eines bestimmten Handys/ Smartphone beeinflusst? (Nur wenn SAR Wert bekannt); Q43: Können Sie sich vorstellen, dass der SAR-Wert in Zukunft Ihre Entscheidung über die Anschaffung eines Handys/ Smartphone beeinflussen wird? (Nur wenn SAR Wert bekannt)

Base: Total, Q41: n=2.000/2.500,
Q42: n=570/718, in %

Abb. 11 Wissen über SAR-Wert und Einfluss auf getätigte oder zukünftige Handy- / Smartphonekäufe

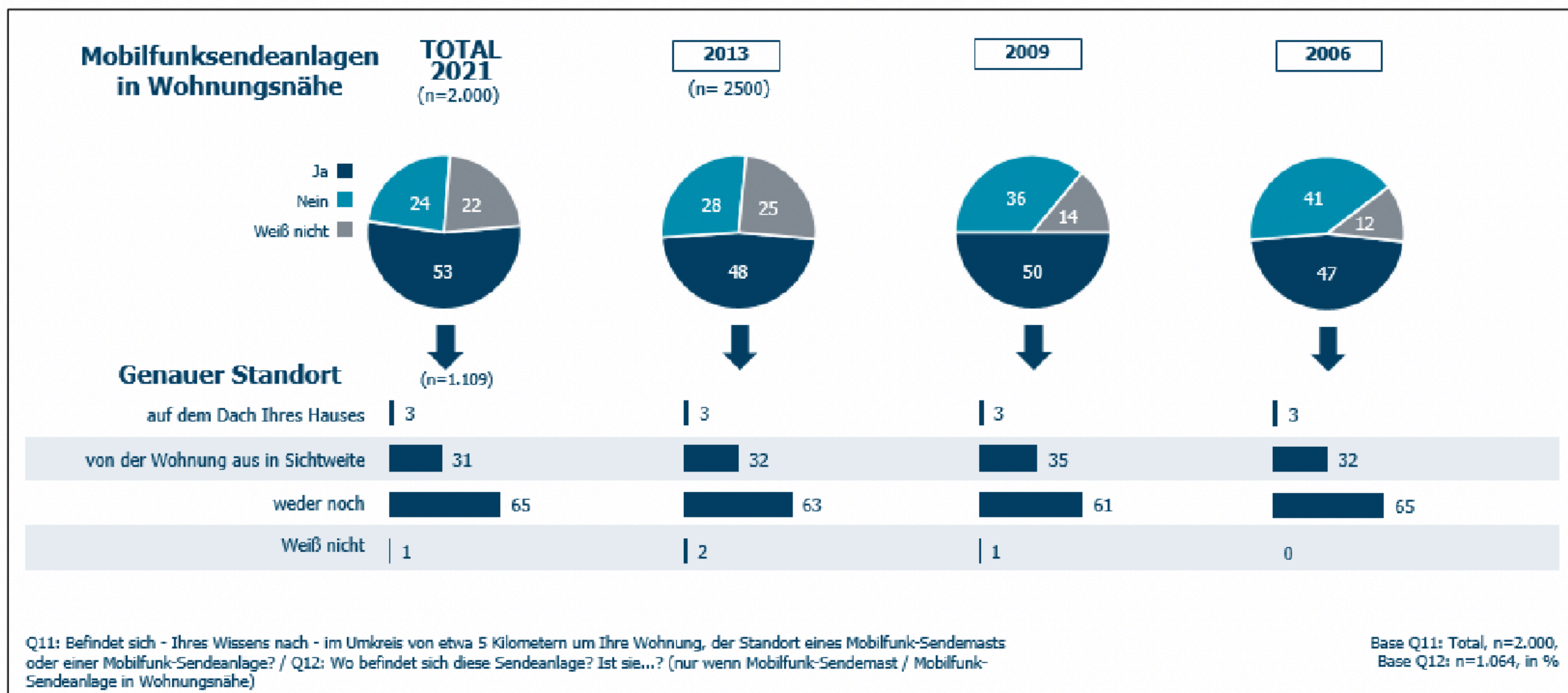


Abb. 12 Mobilfunk-Sendemast in der Nähe und Standort des Sendemasts

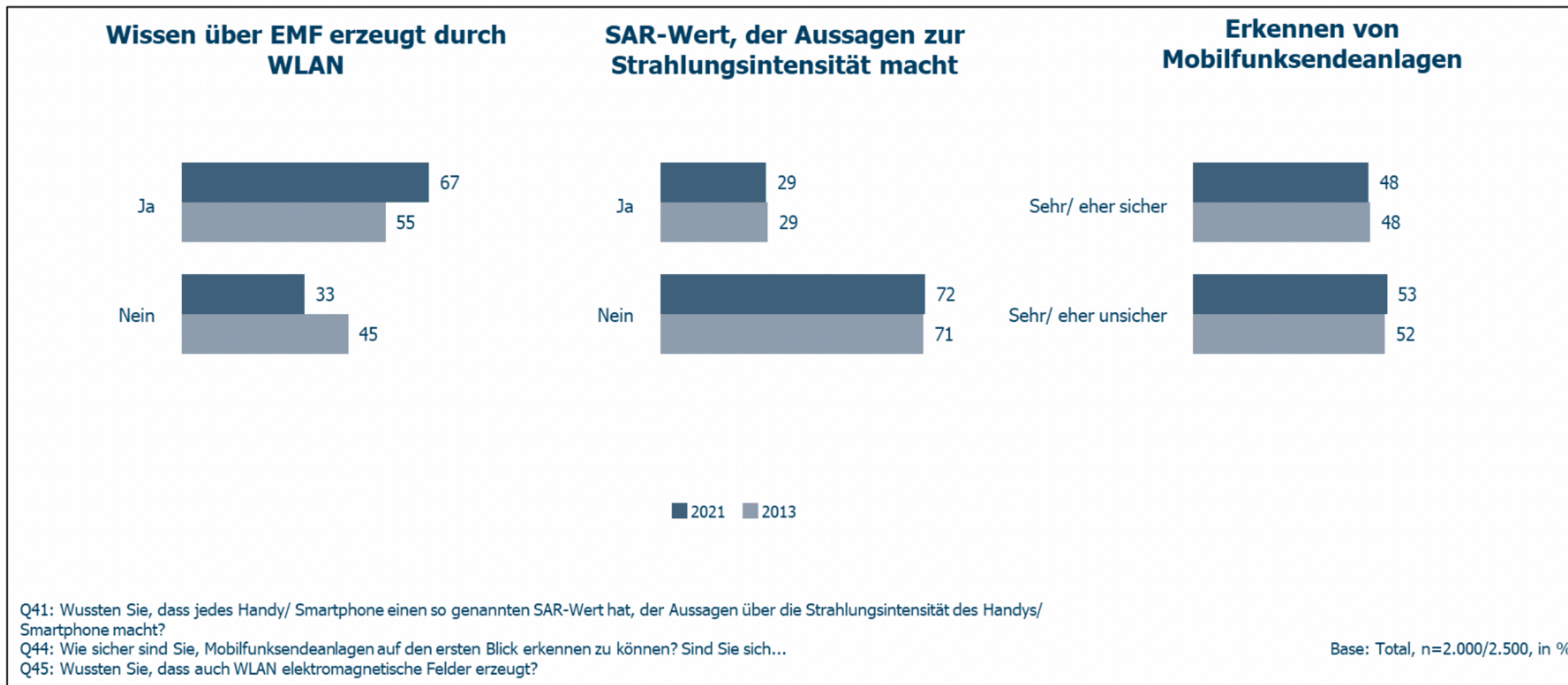
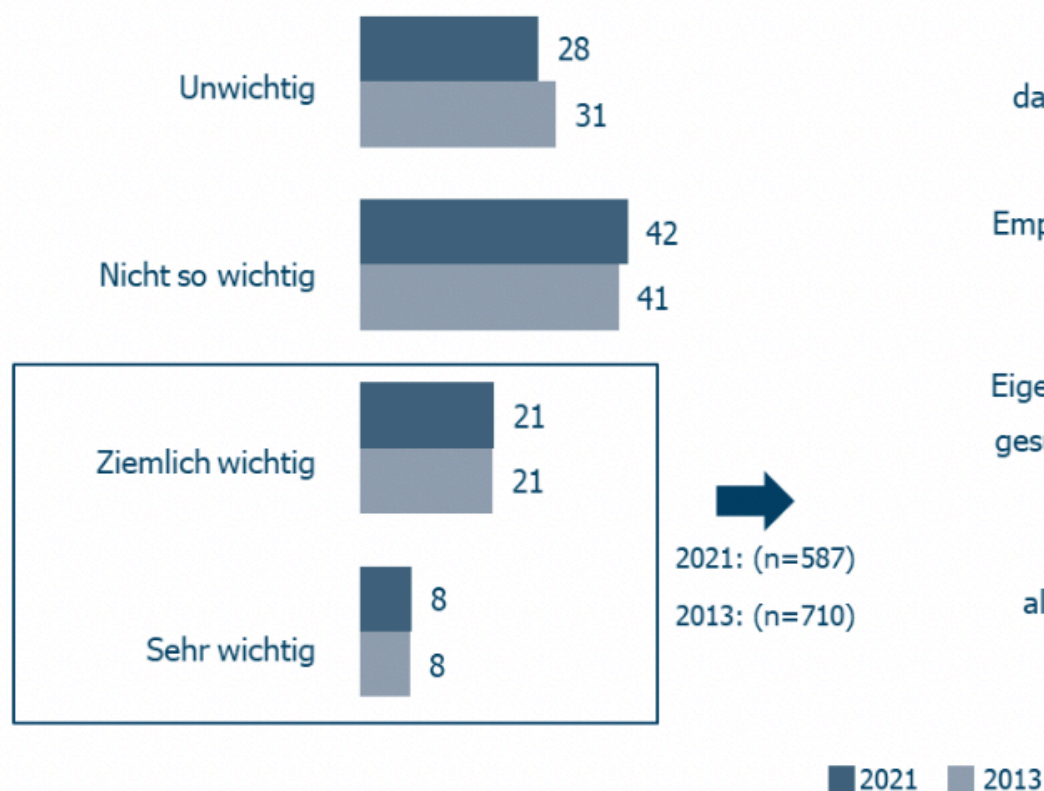
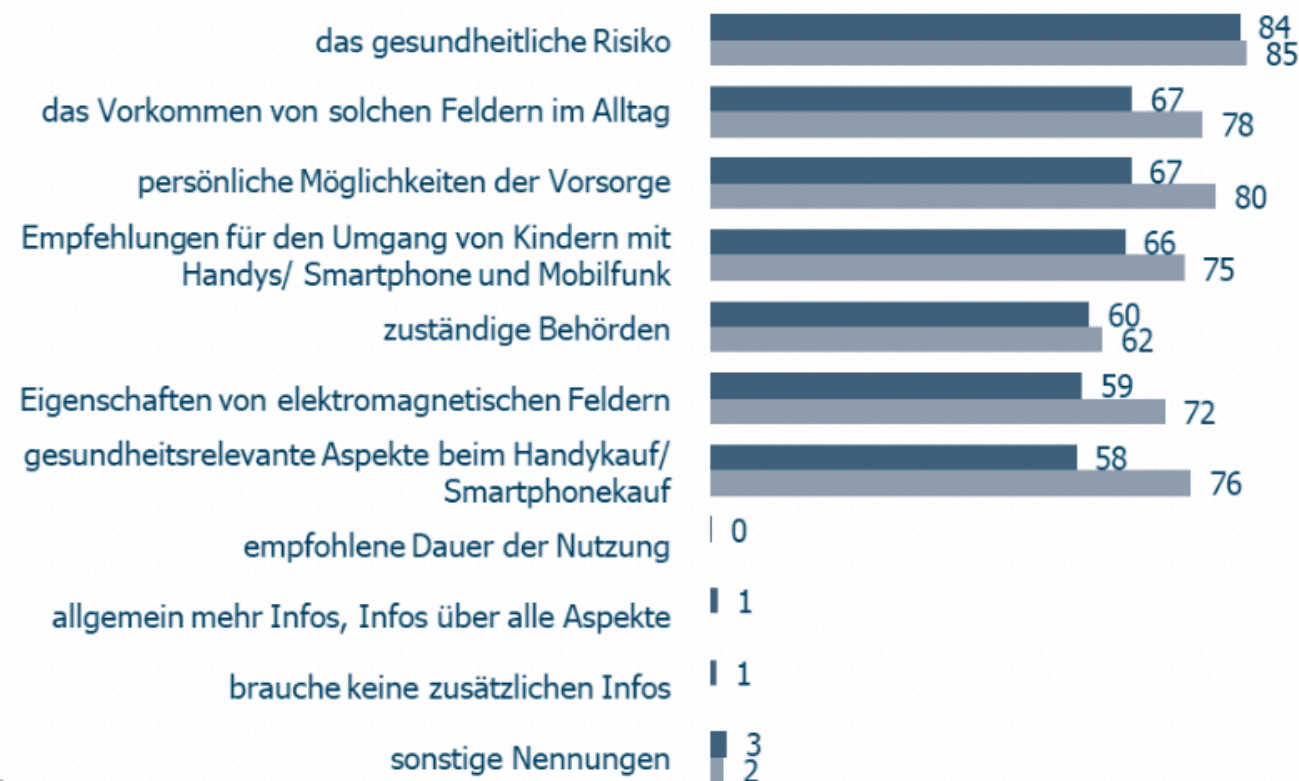


Abb. 13 Wissen bezüglich EMF durch WLAN, SAR Wert und Strahlungsintensität sowie Erkennen von Mobilfunksendeanlagen

Weitere Informationen Gesundheit & Mobilfunk



Informationsbedarf Aspekte EMF



Q26b: Würden Sie für sich persönlich weitere Informationen zum Thema Gesundheit und Mobilfunk wünschen? Wären Ihnen weitere Informationen dazu...
Q27: Zu welchen der folgenden Aspekte von elektromagnetischen Feldern würden Sie sich mehr Informationen wünschen? (Mehrfachantwort)

Base: Total, Q26b: n=2.000/2.500
Q27: n=587/710, in %

Abb. 14 Wunsch nach weiteren Informationen zu Gesundheit und Mobilfunk sowie EMF

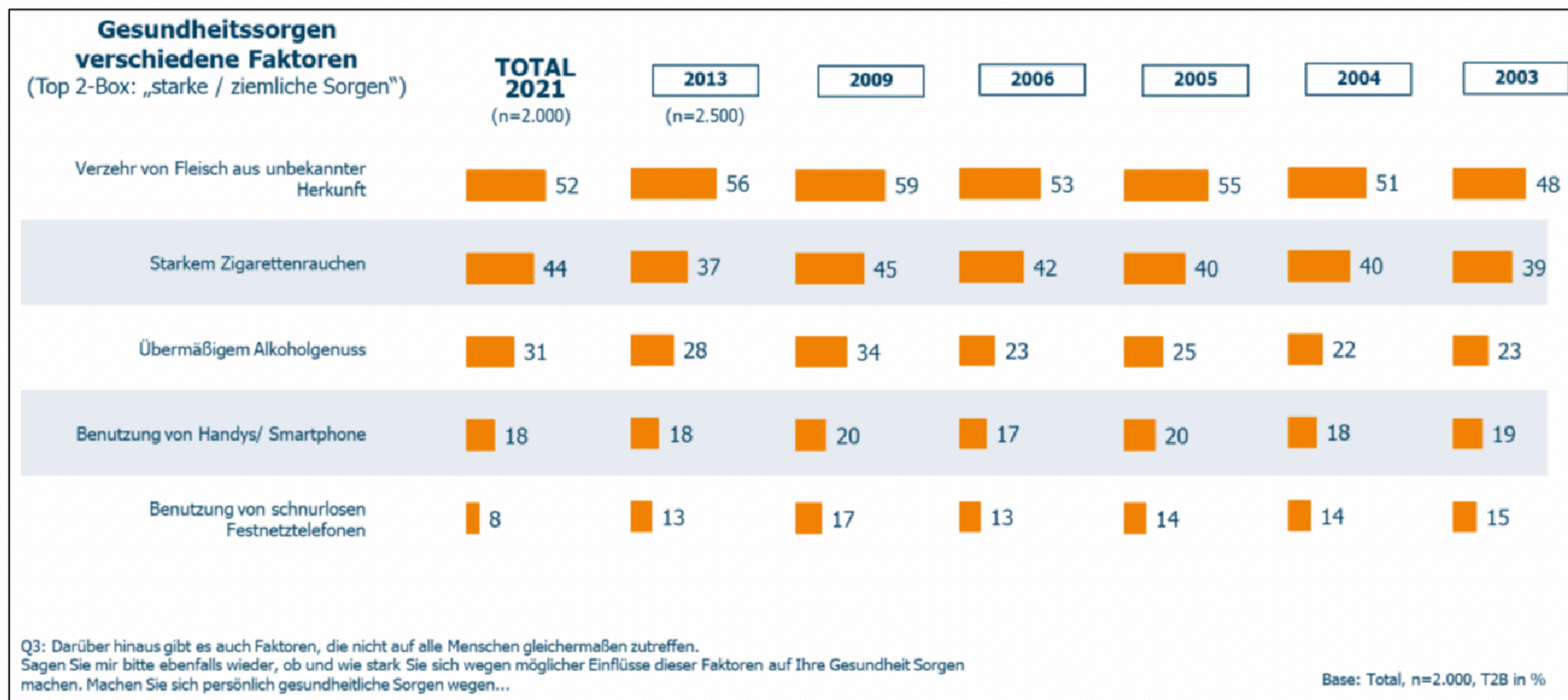


Abb. 15 Grad der Besorgnis über den Einfluss spezifischer Faktoren auf die Gesundheit

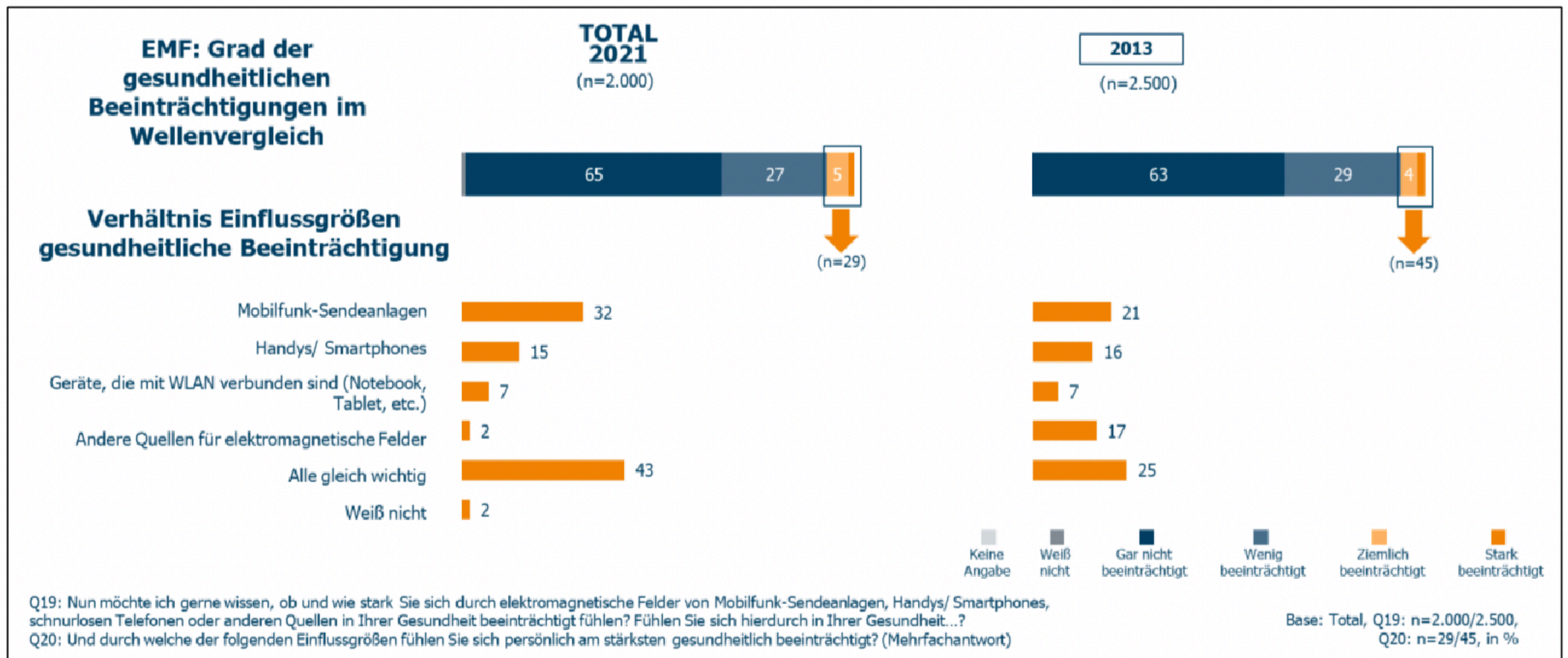
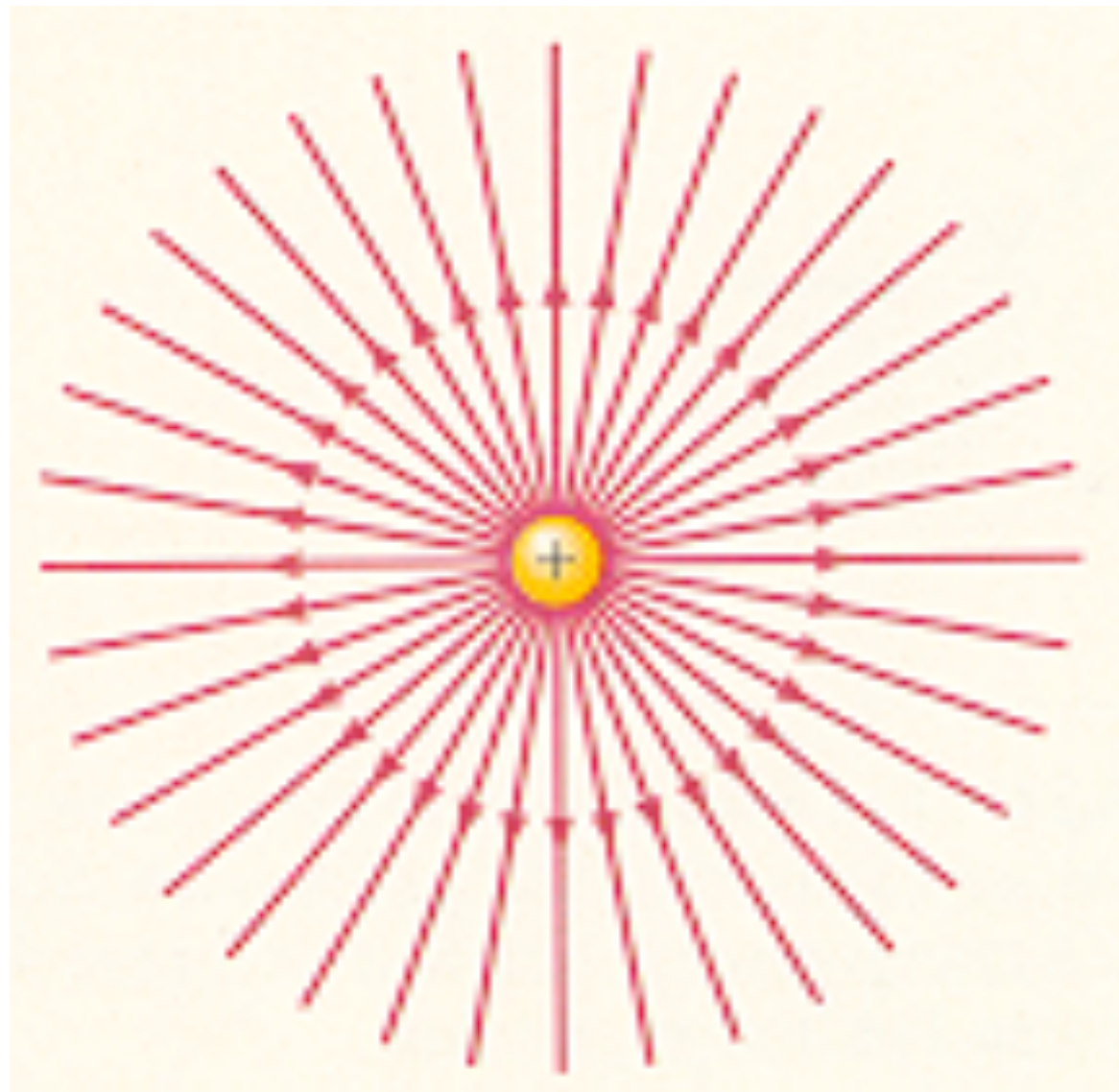


Abb. 16 Grad der gesundheitlichen Beeinträchtigung durch EMF und Verhältnis Einflussgrößen

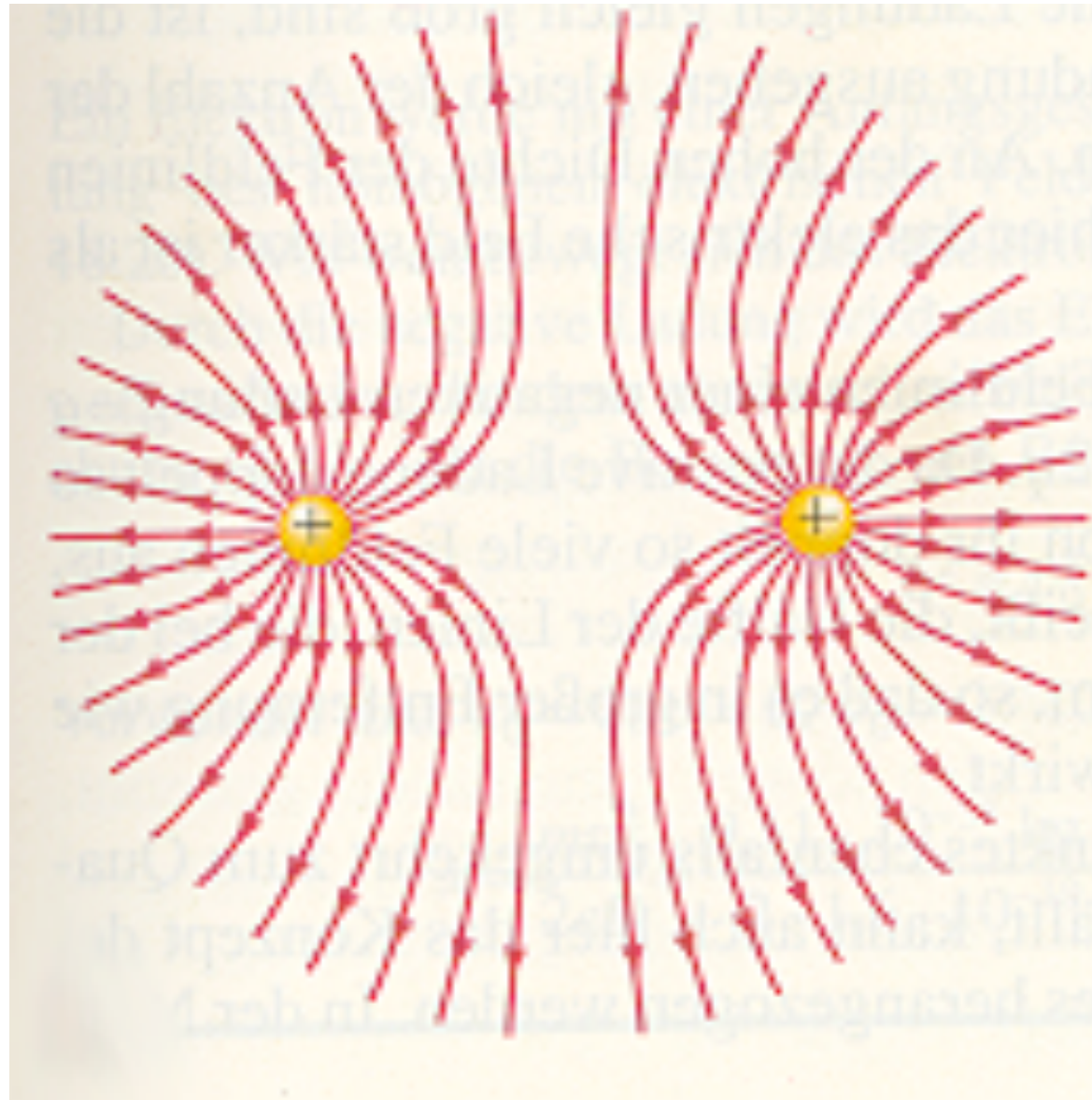
Physikalische Grundlagen

- ➡ Was sind **elektrische Felder** ?
- ➡ Was sind **magnetische Felder** ?
- ➡ Was sind **elektromagnetische Wellen** ?

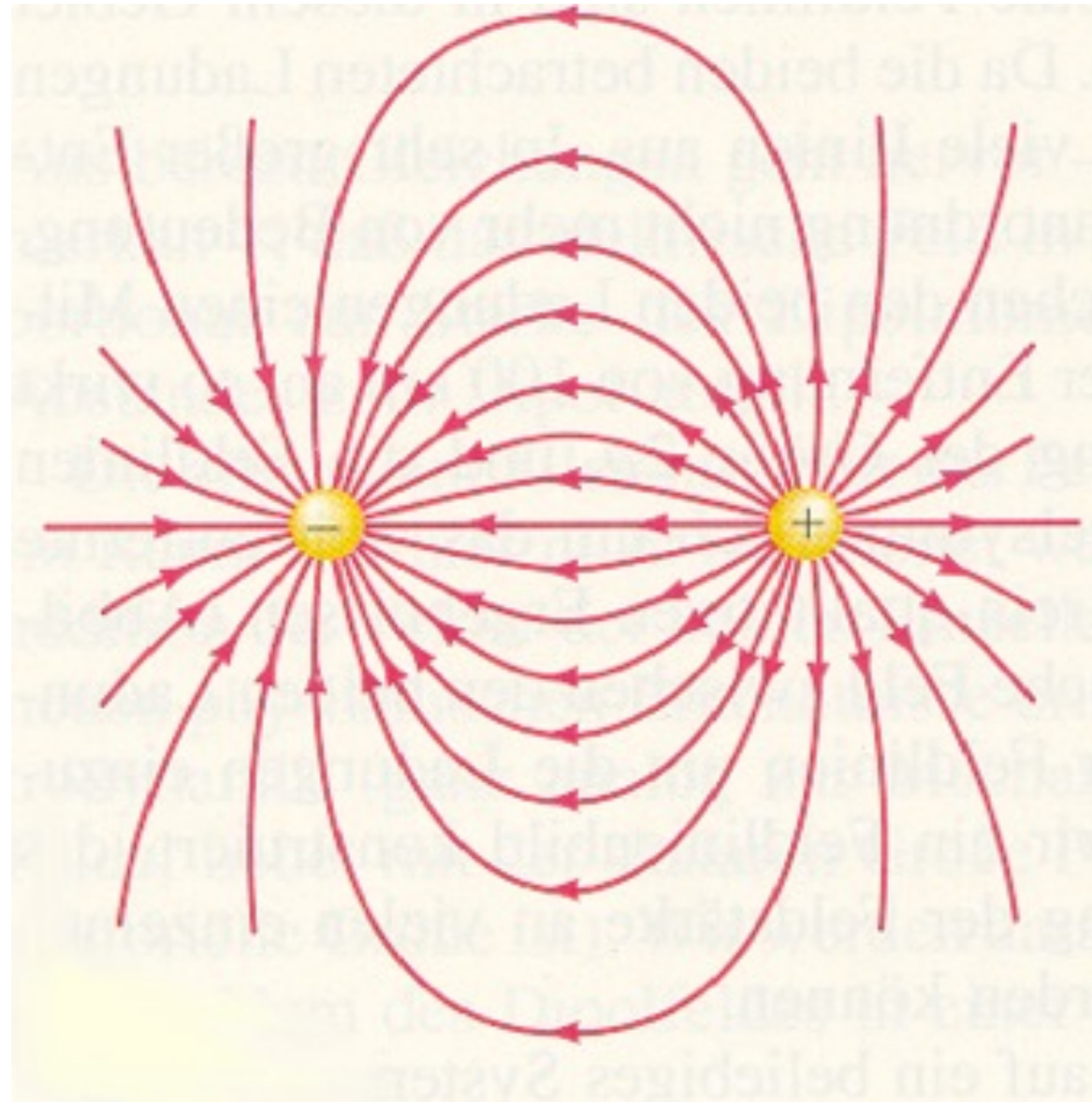
Elektrische Ladungen



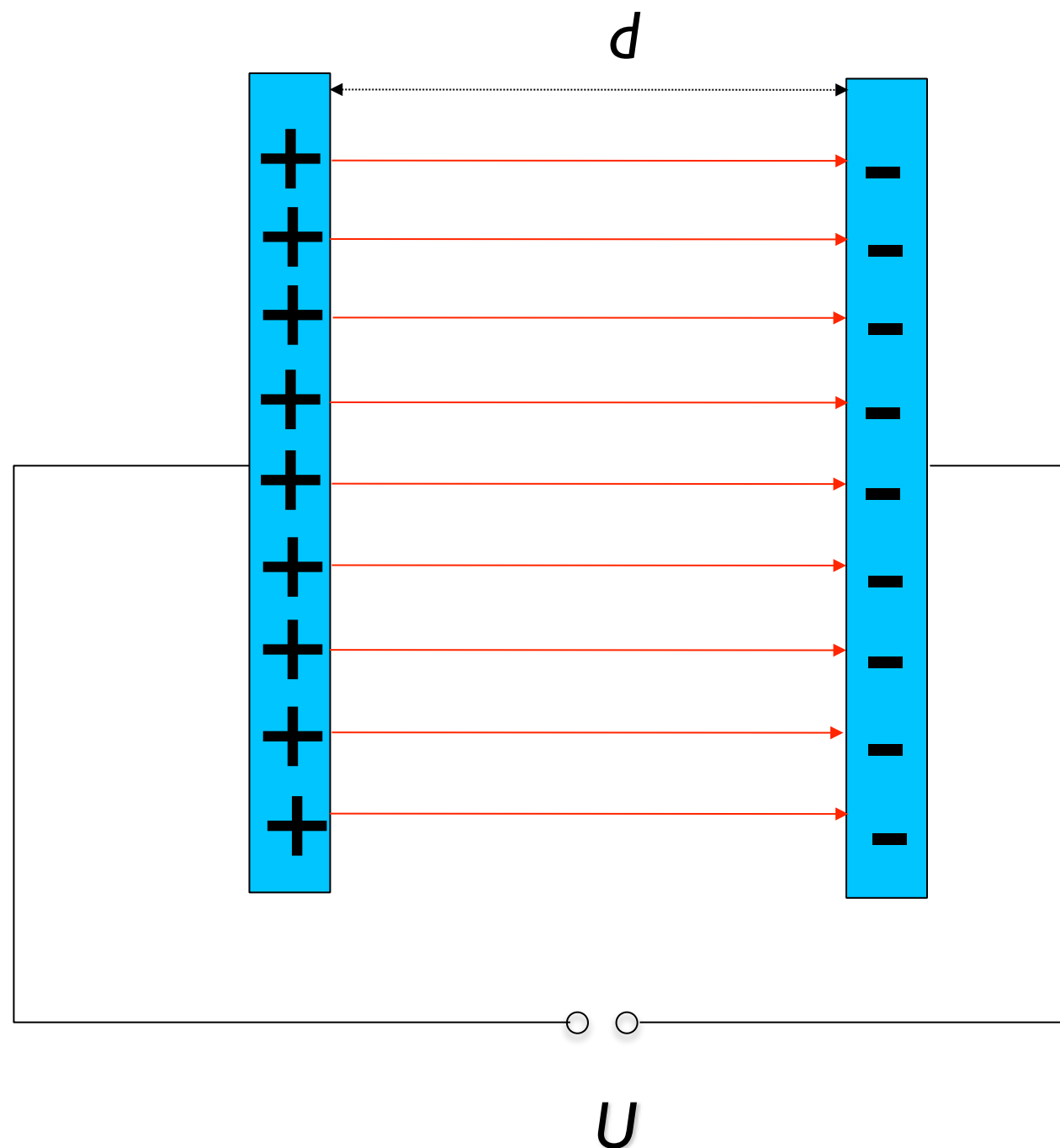
Elektrische Ladungen



Elektrische Ladungen



Elektrisches Feld

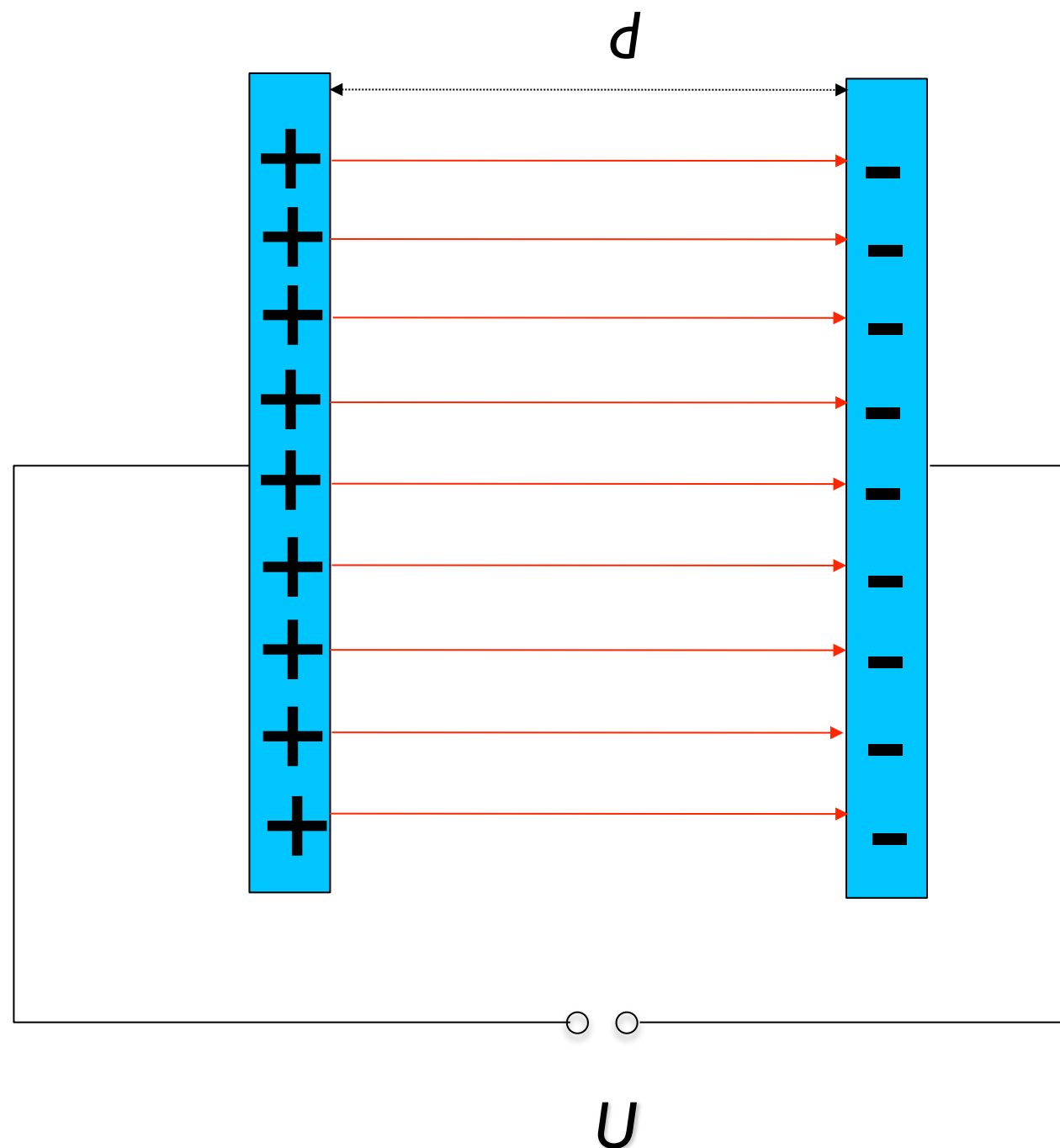


$$U = E \cdot d$$

$$[U] = 1 \text{ Volt}$$

$$[E] = \text{Volt} / \text{m}$$

Elektrisches Feld

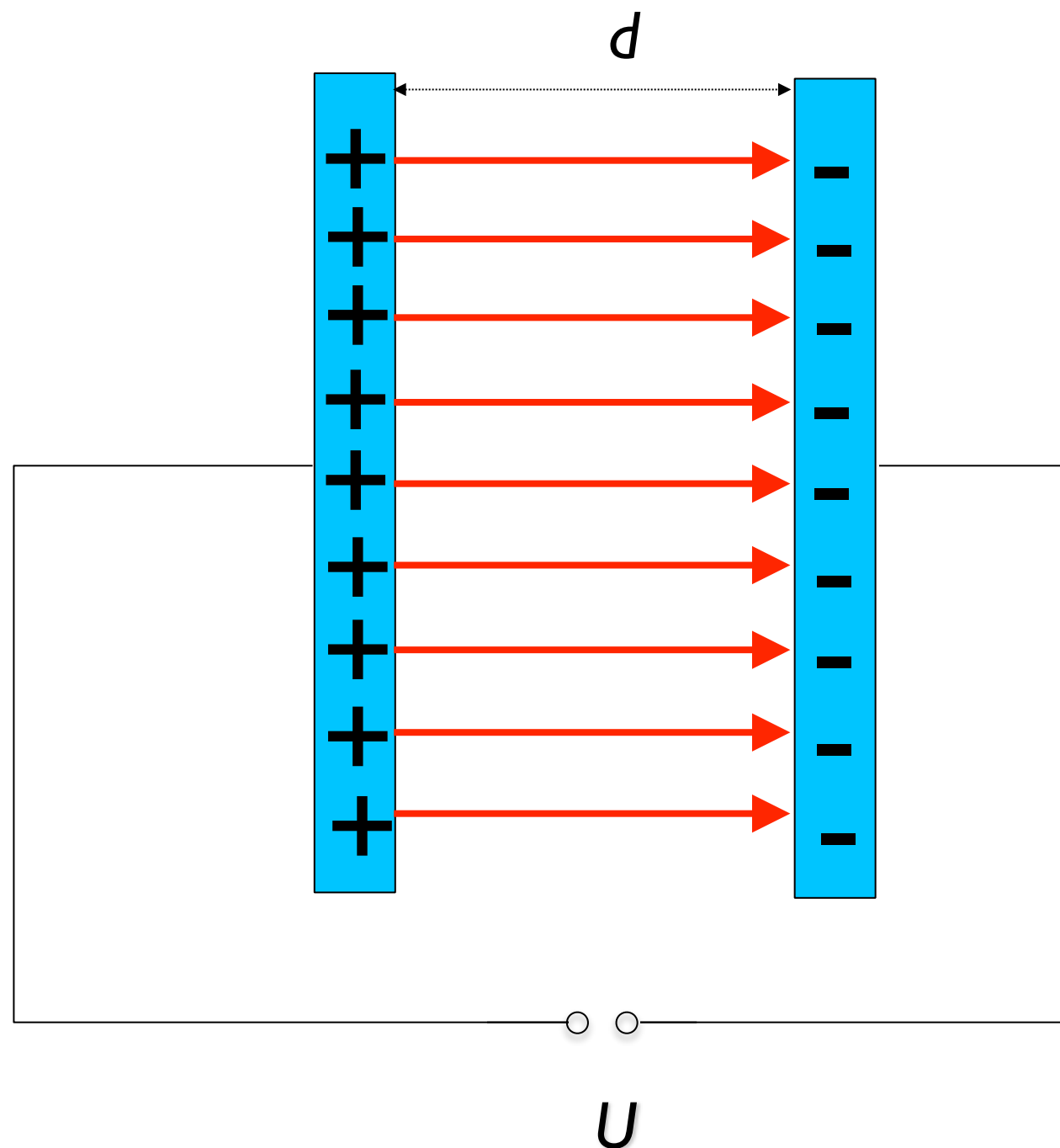


$$U = E \cdot d$$

$$[U] = 1 \text{ Volt}$$

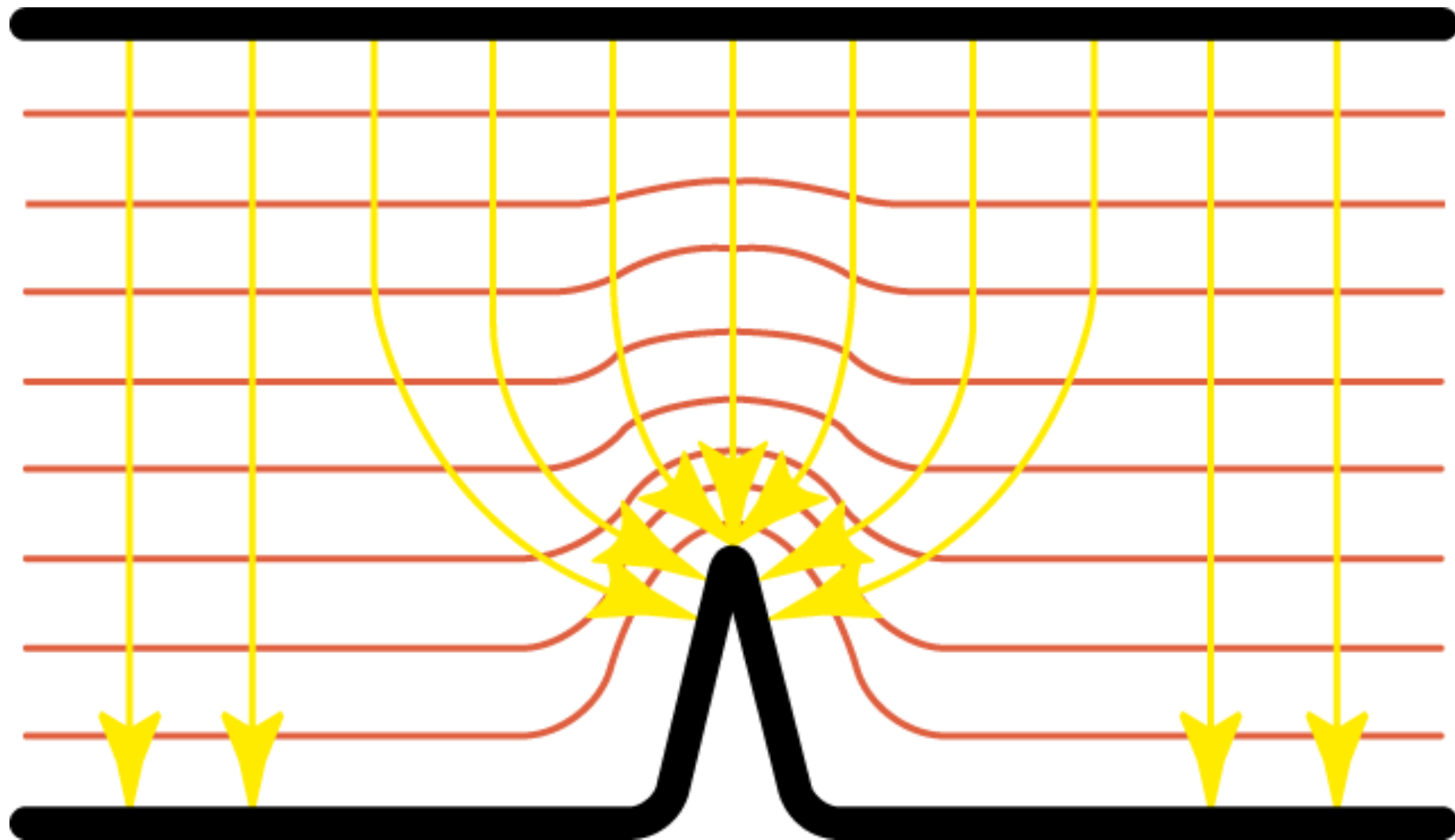
$$[E] = \text{Volt} / \text{m}$$

Elektrisches Feld

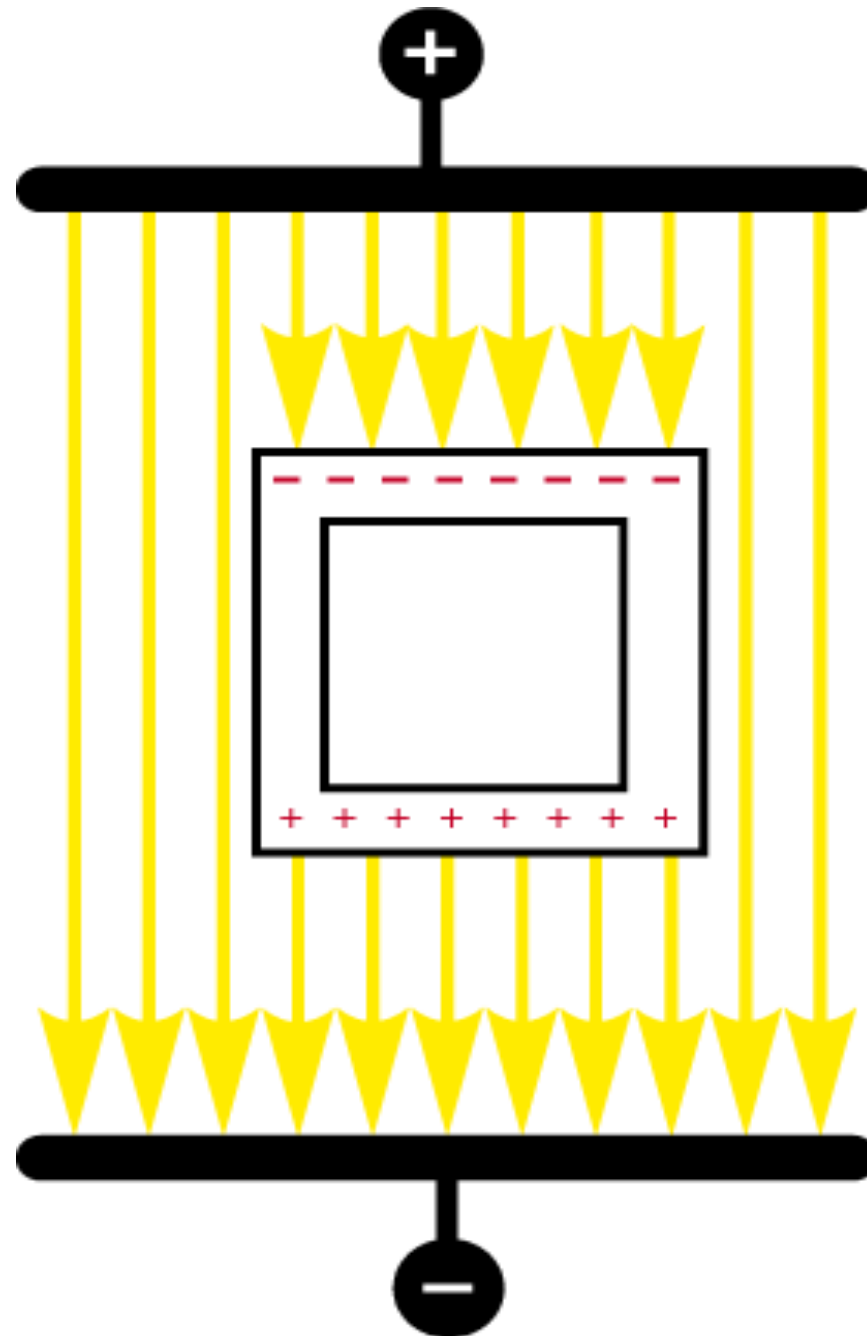


$$U = E \cdot d$$
$$[U] = 1 \text{ Volt}$$
$$[E] = \text{Volt} / \text{m}$$

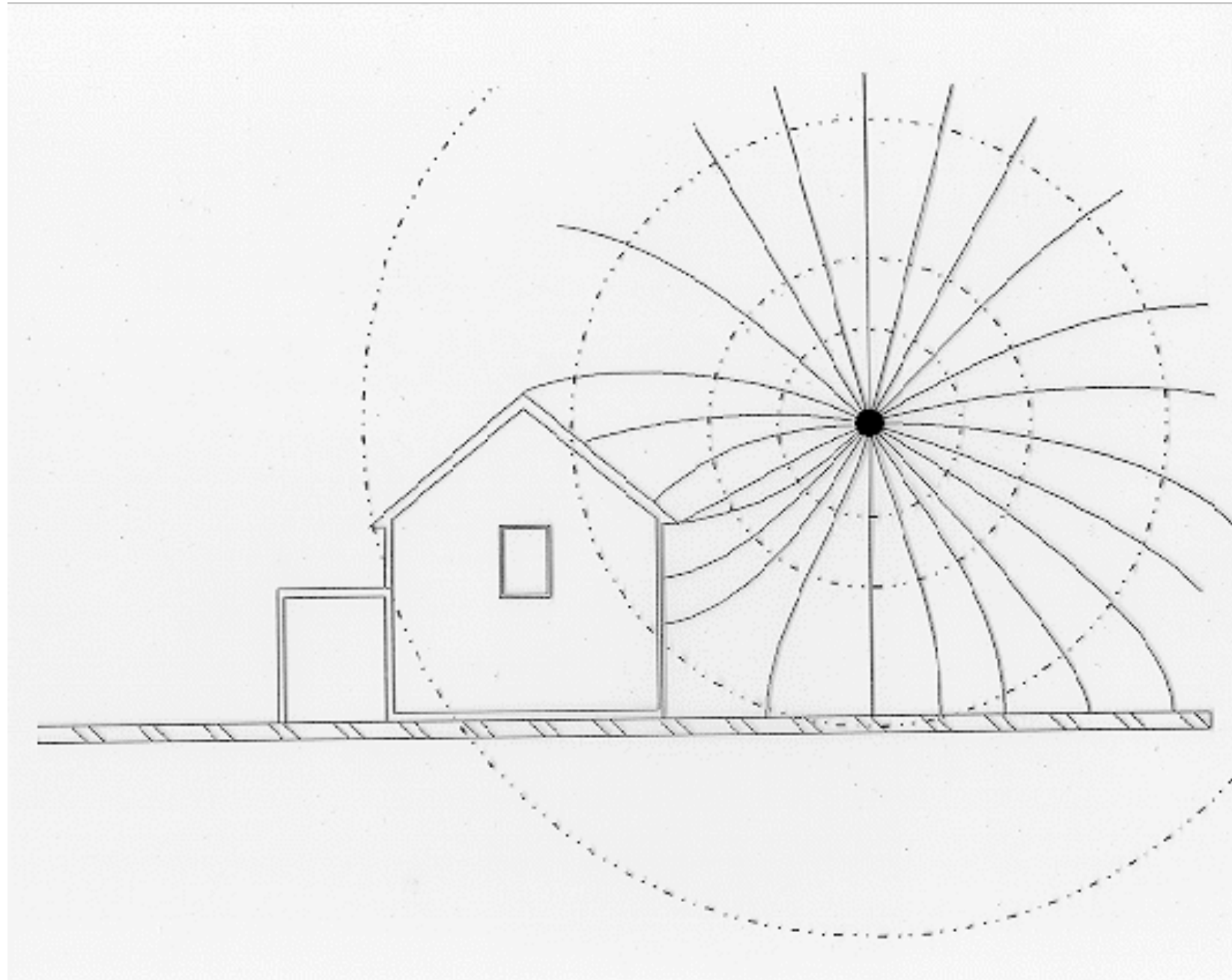
Elektrisches Feld



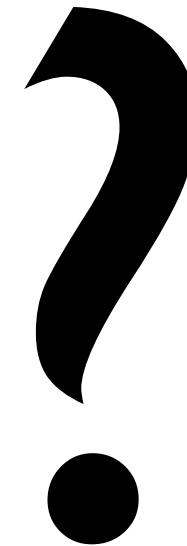
Abschirmung



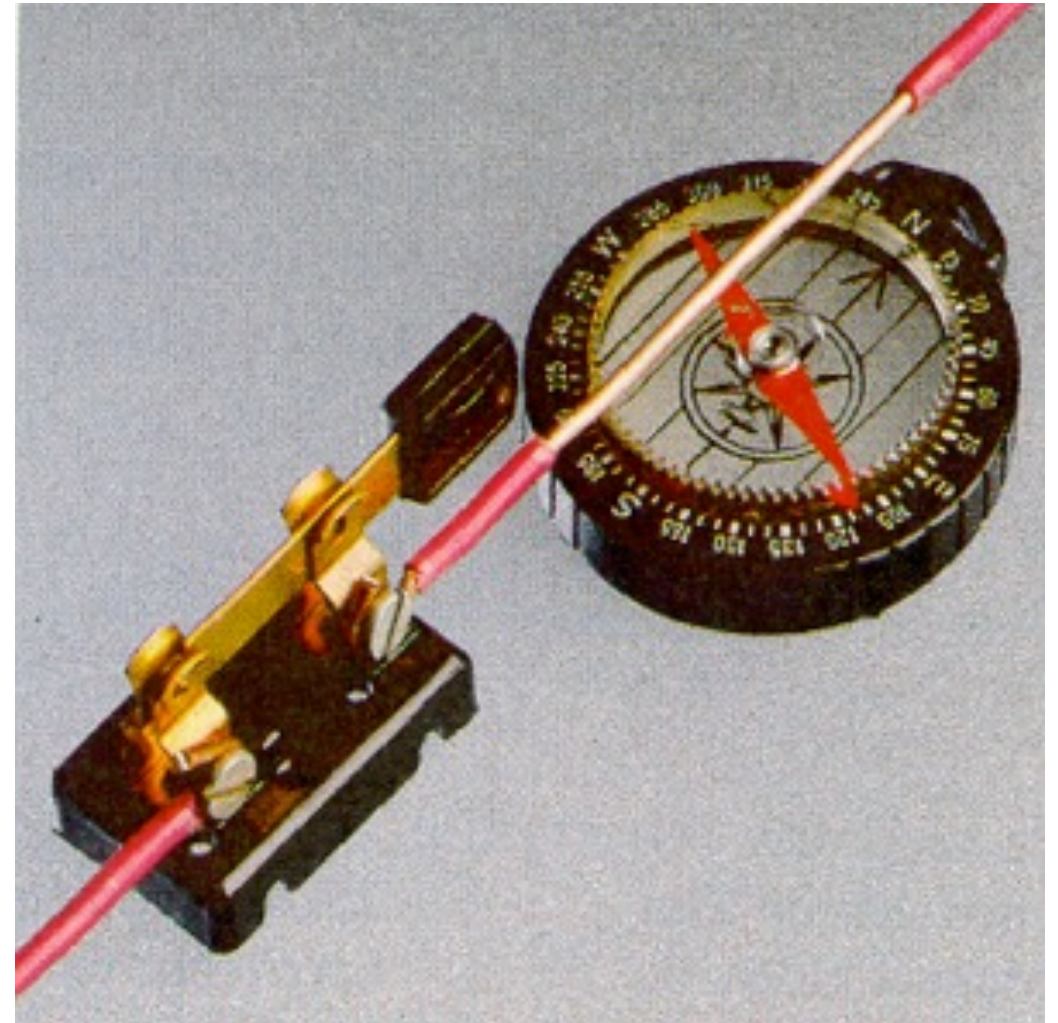
Abschirmung



Magnetfeld

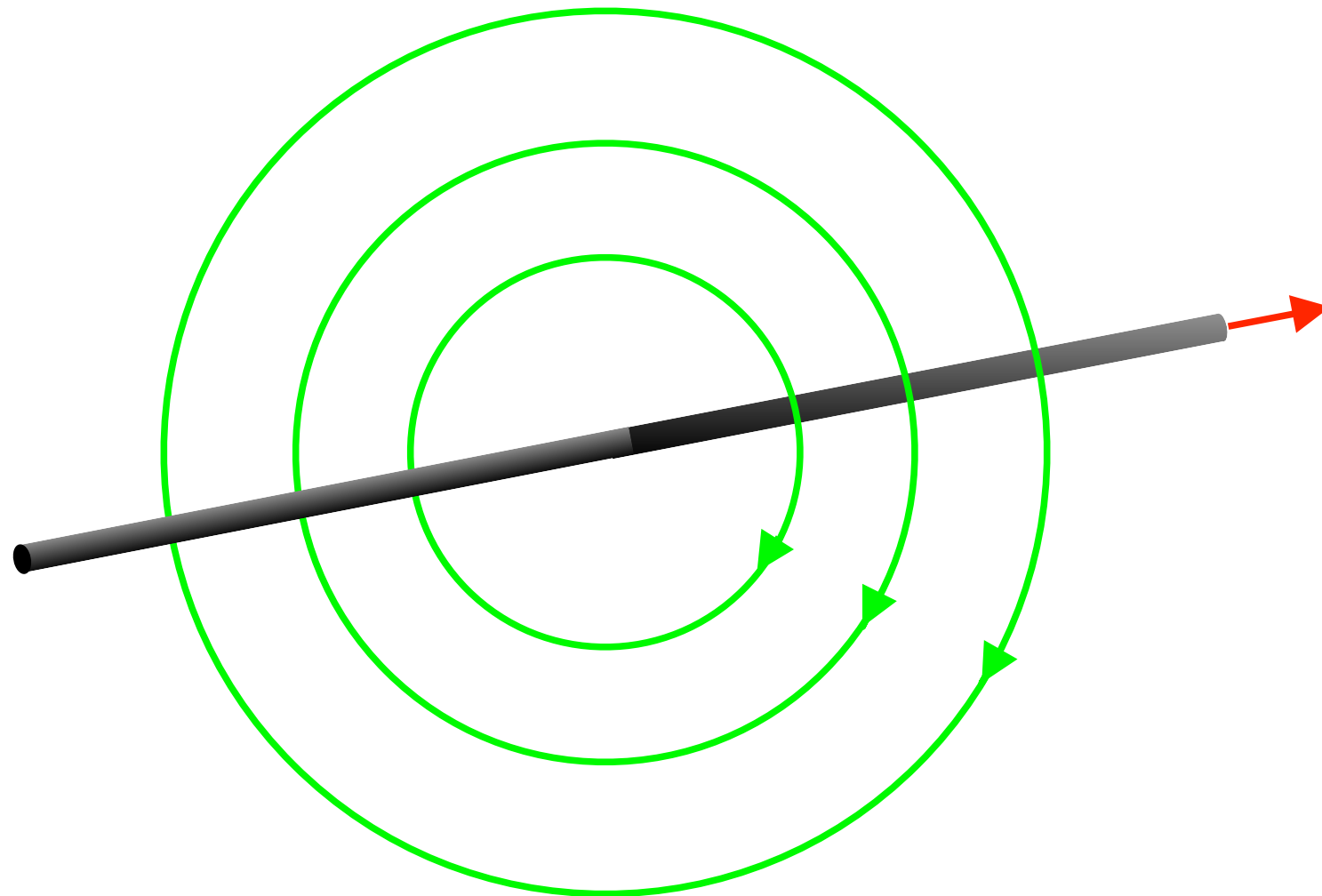


Magnetisches Feld



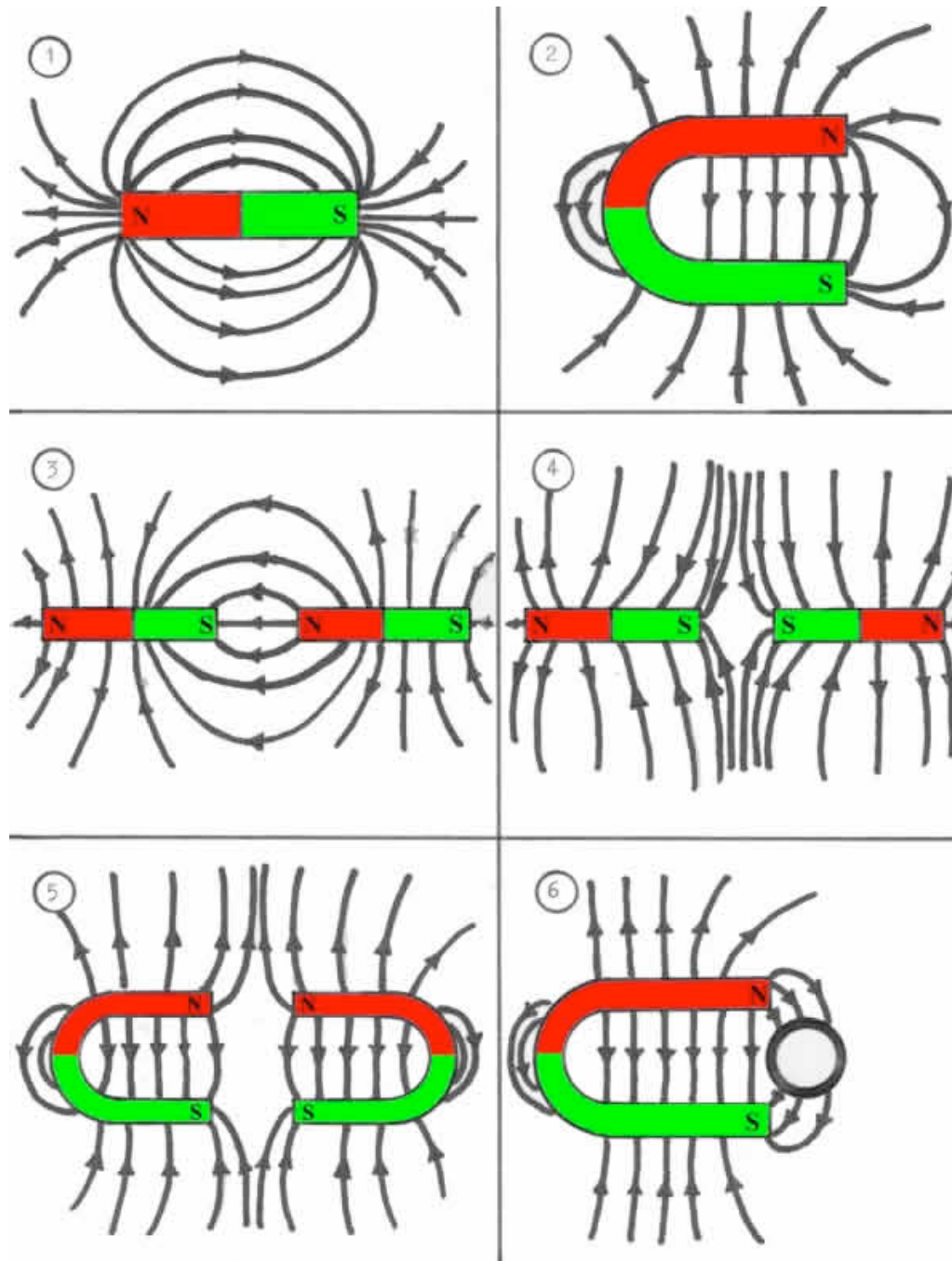
Oersteds Versuch

Magnetisches Feld

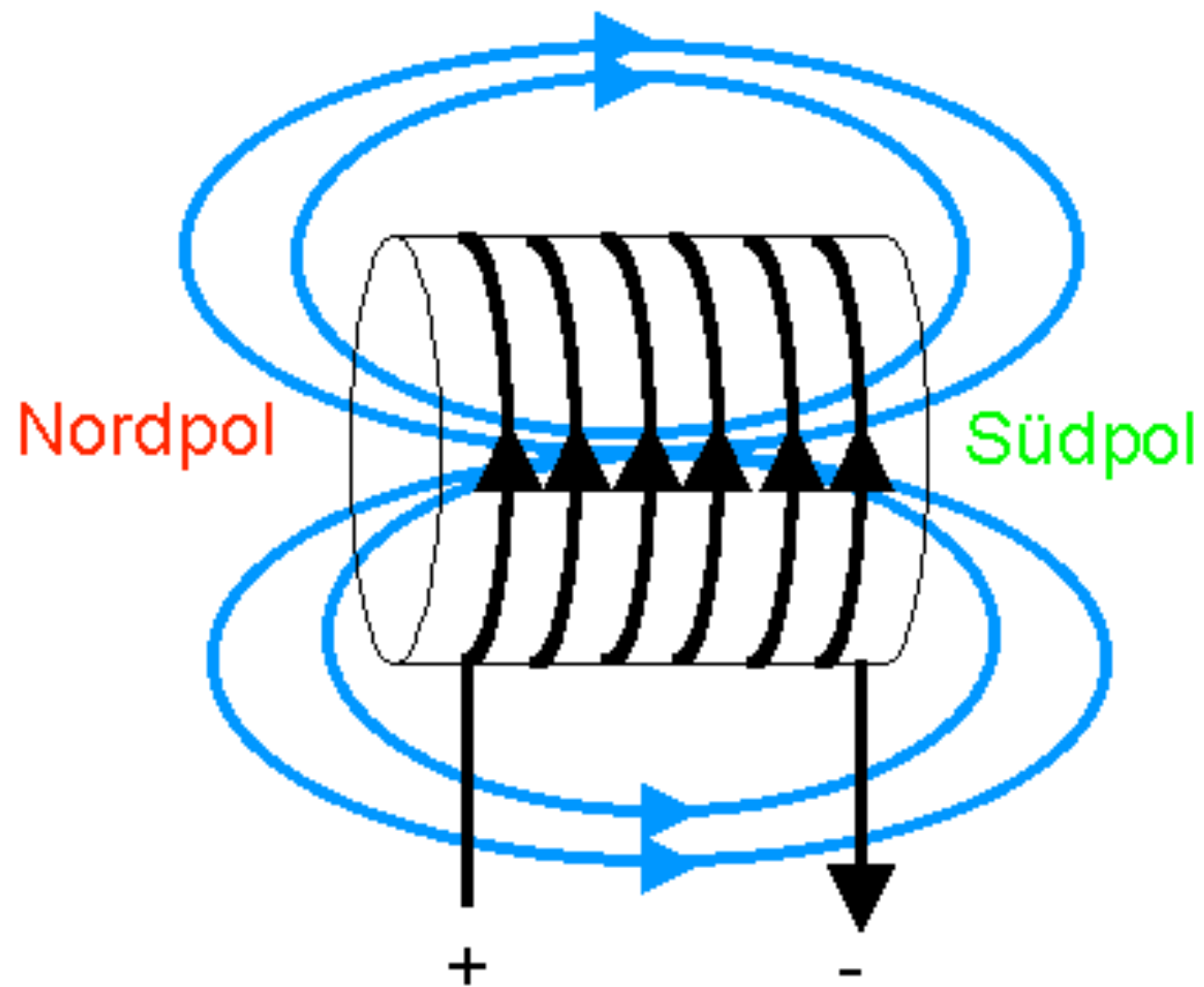


Ursache ist ein Stromfluss

Magnetisches Feld



Magnetisches Feld



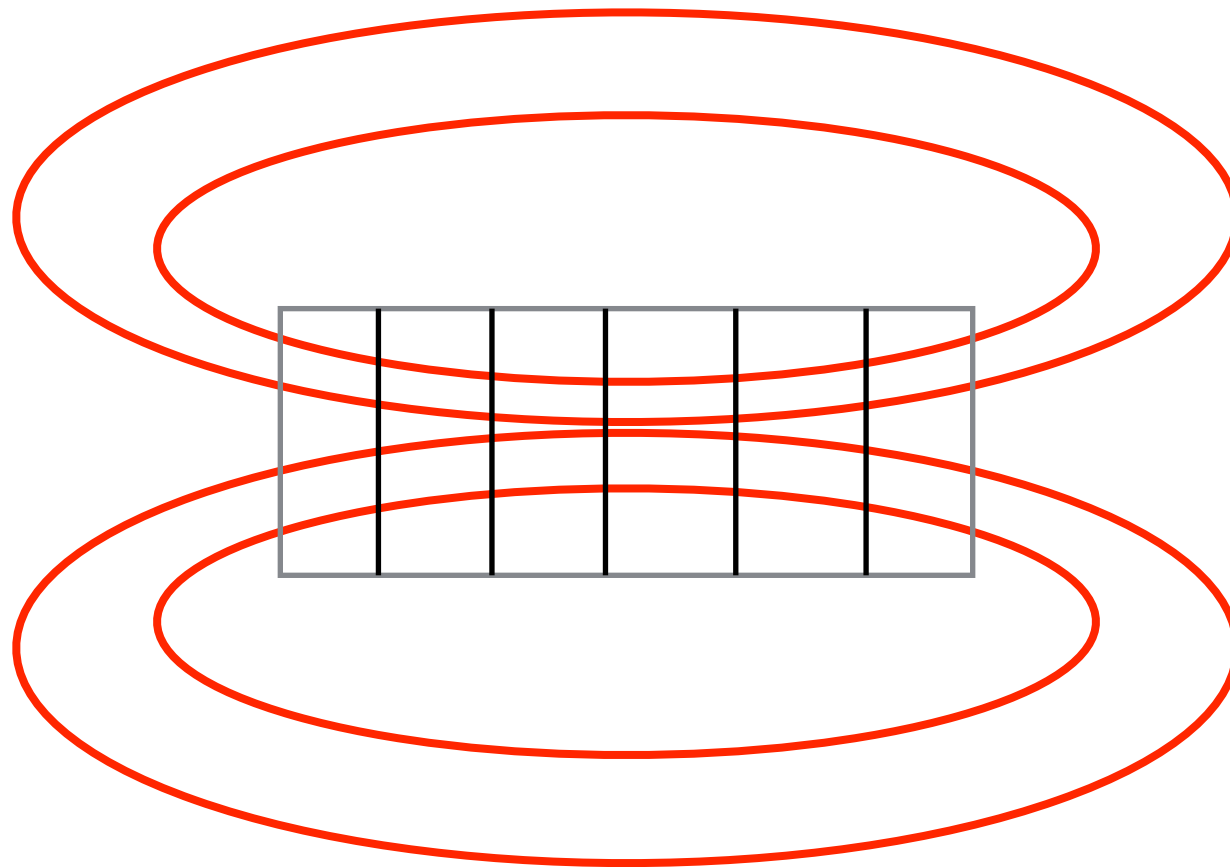
Spule

Magnetische Feldgrößen

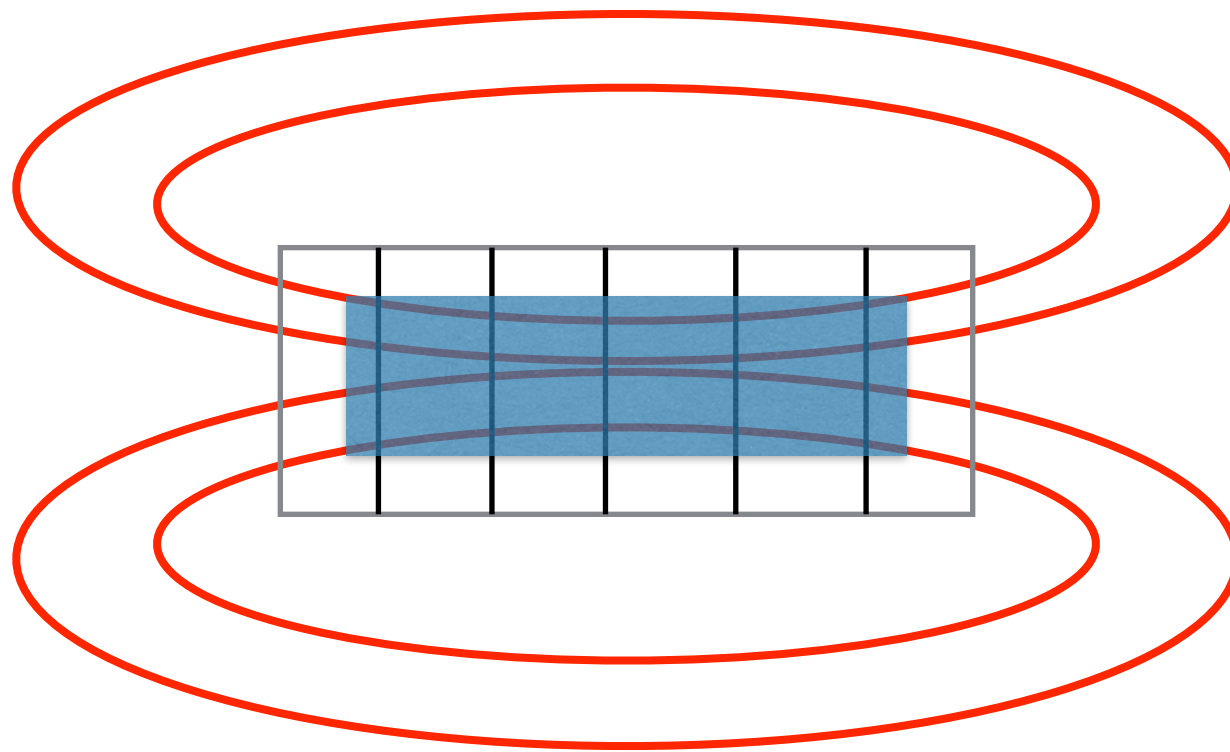
- ⇒ magnetische Feldstärke H
definiert über Felderregung I
- ⇒ magnetische Flussdichte B
berücksichtigt Materialeigenschaft

$$B = \mu \cdot H$$

Flussdichte

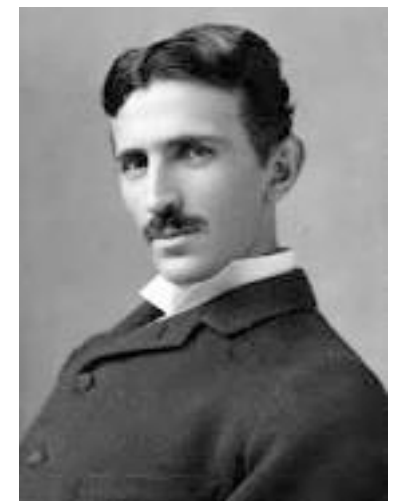


Flussdichte



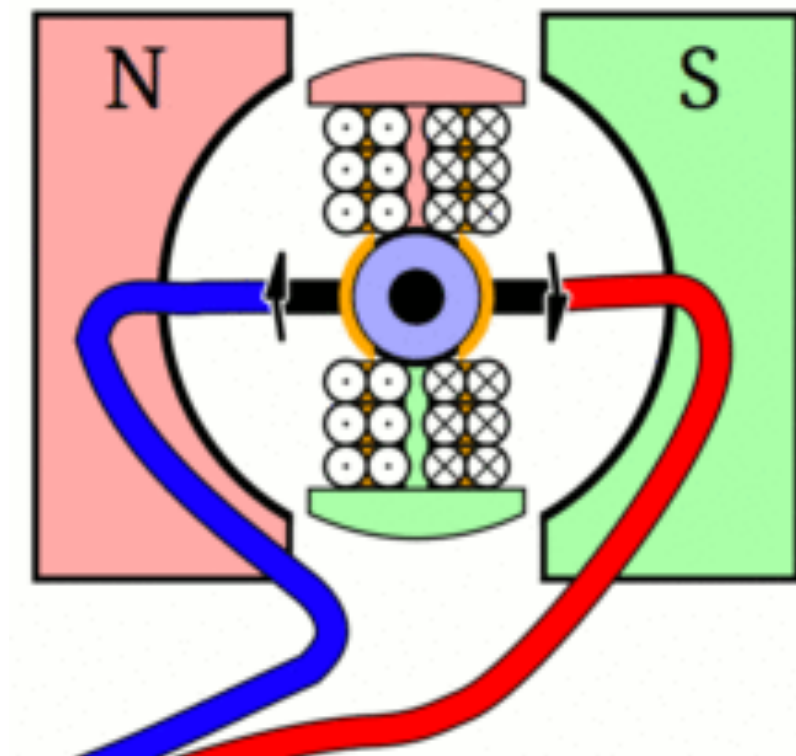
Einheit von B: **Tesla**

$$1 \text{ T} = 1 \text{ Vs} / \text{m}^2$$



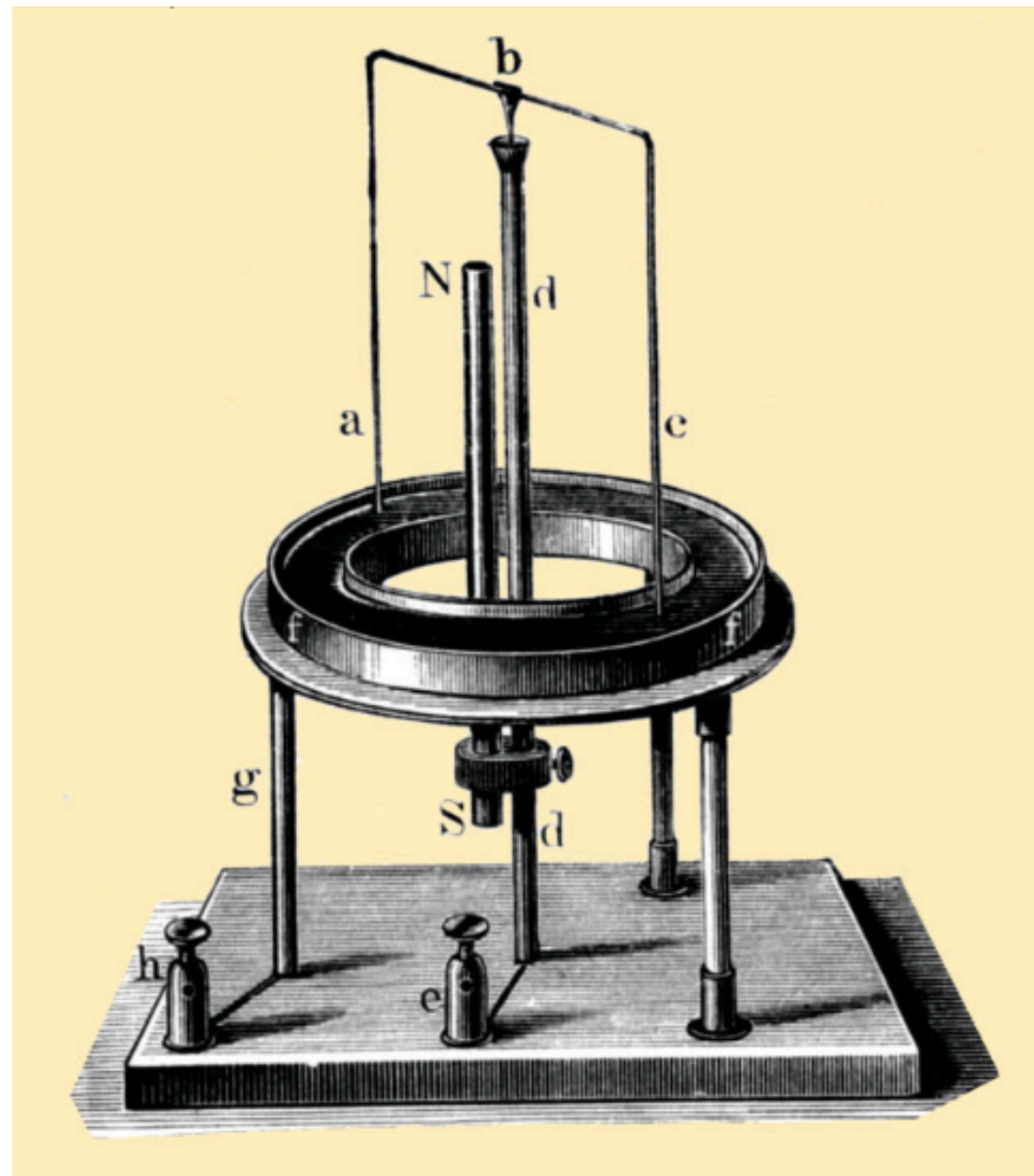
Nikolaus Tesla (1856–1943)

Anwendung: Elektromotor



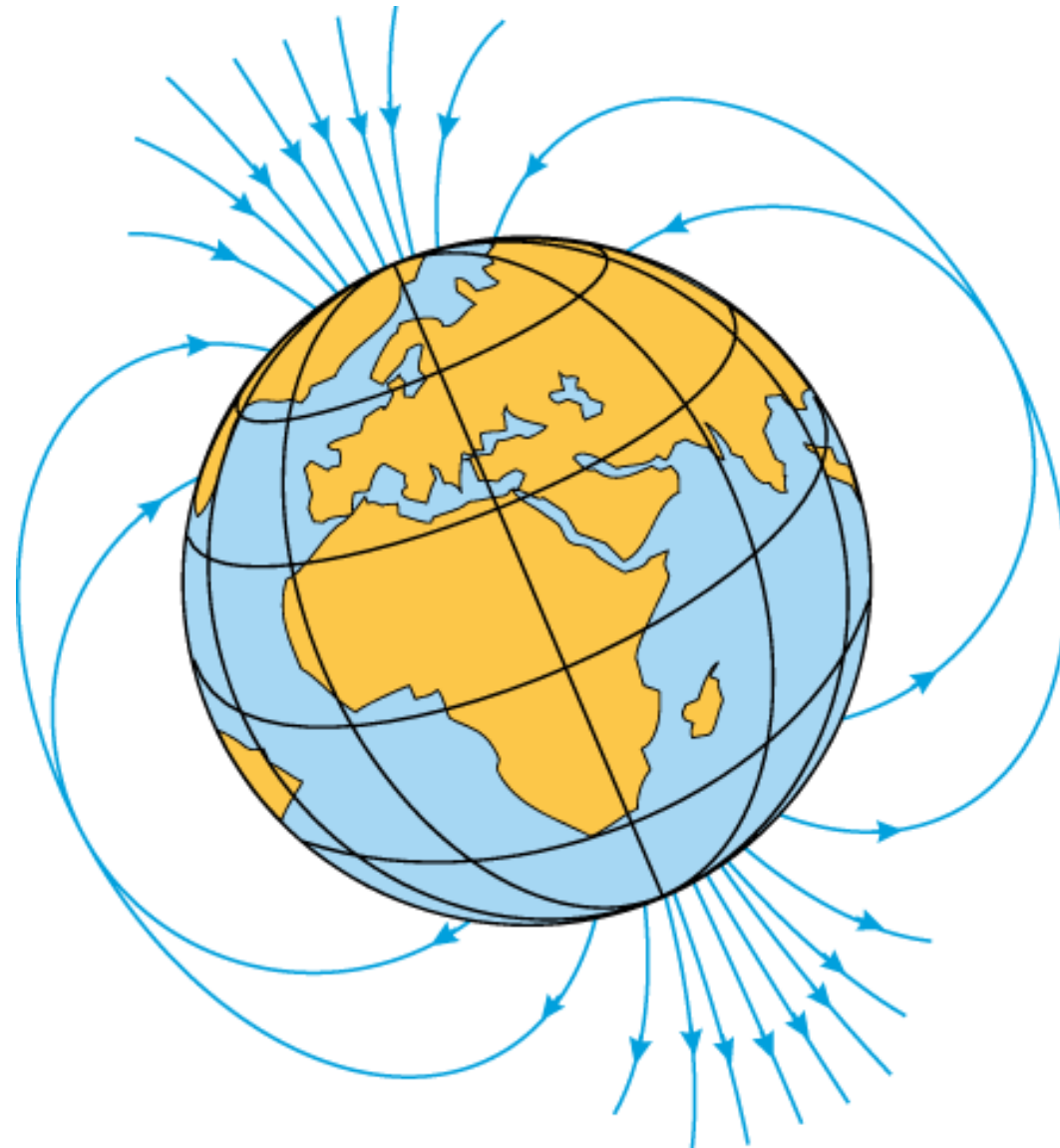
Anwendung: Elektromotor

ältester
Elektromotor
von Faraday 1817

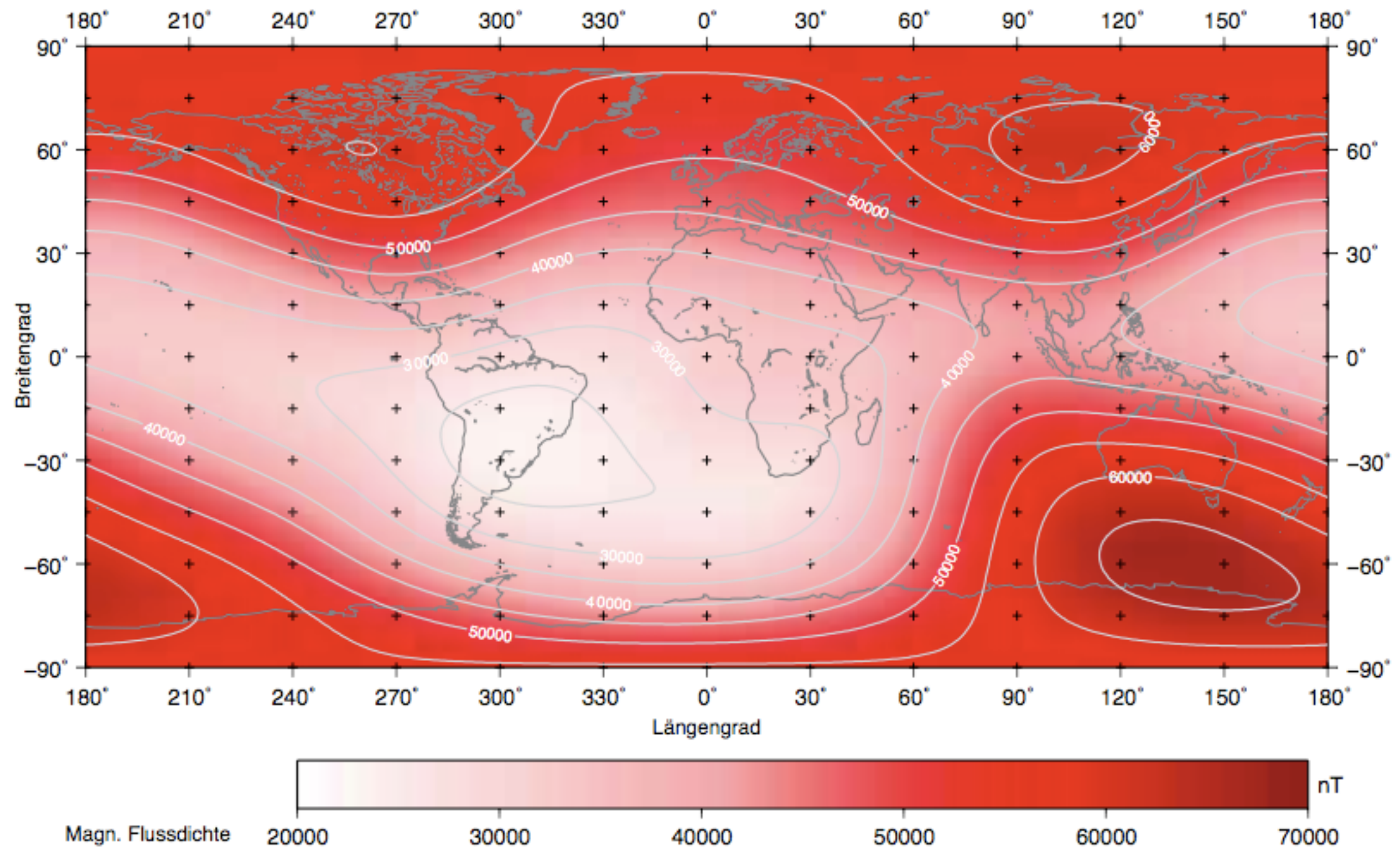


Q: Müller-Poulliets Lehrbuch der Physik und Meteorologie, Vieweg & Sohn 1914, S. 677

Magnetisches Feld

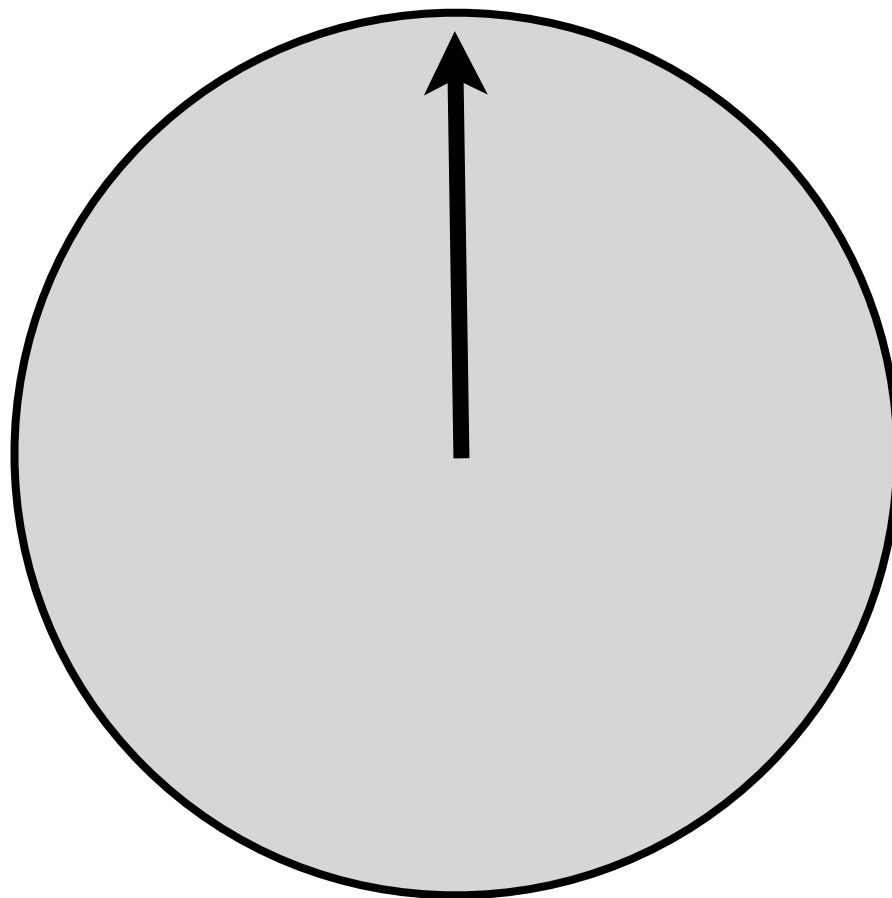


Magnetfeld der Erde



Feld = Feld?

**statische
Felder**



**Nieder-
frequenz**

**Hoch-
frequenz**

Statische Magnetfelder



48 μT



7 T



100 μT

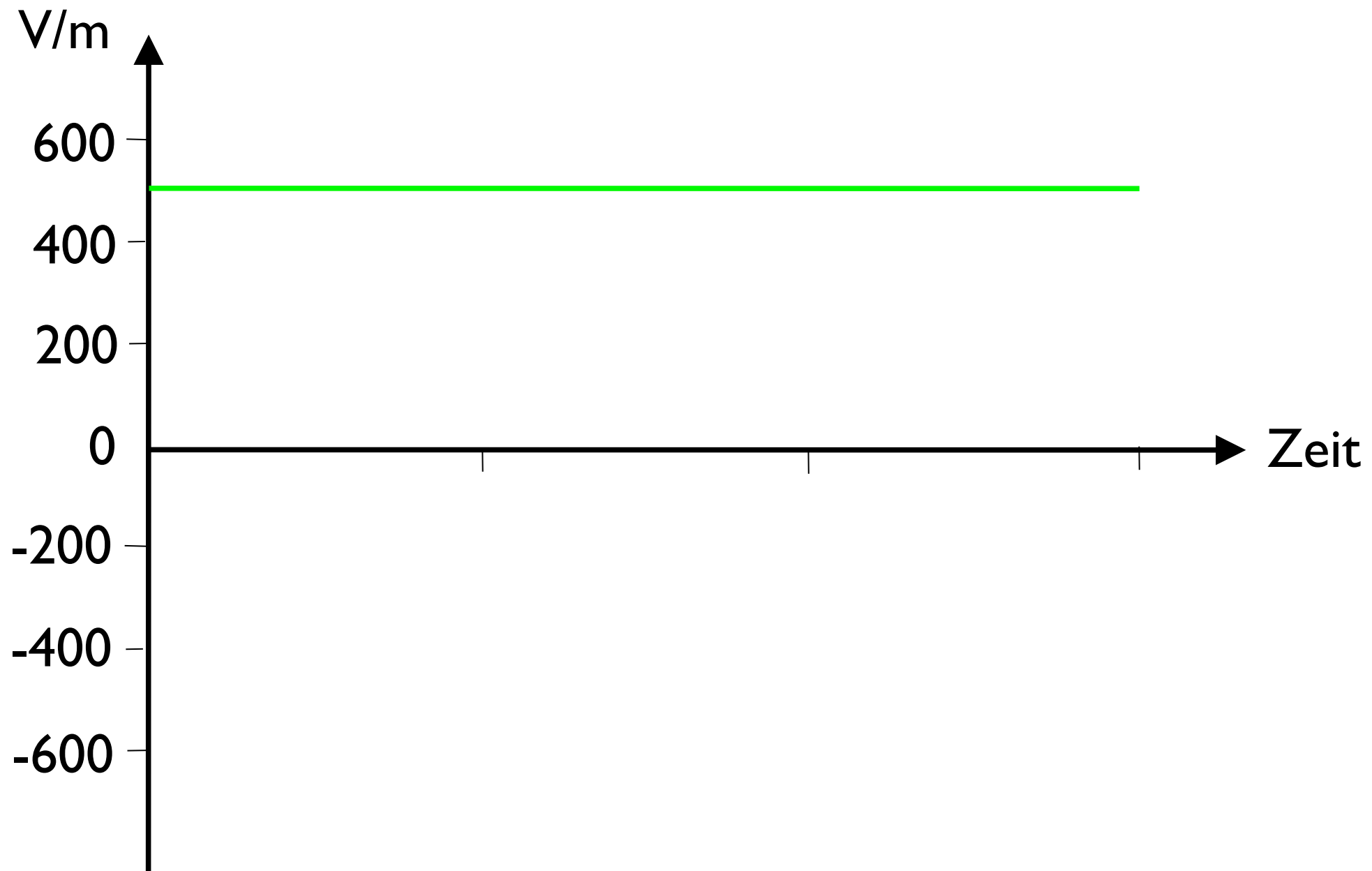


50 μT

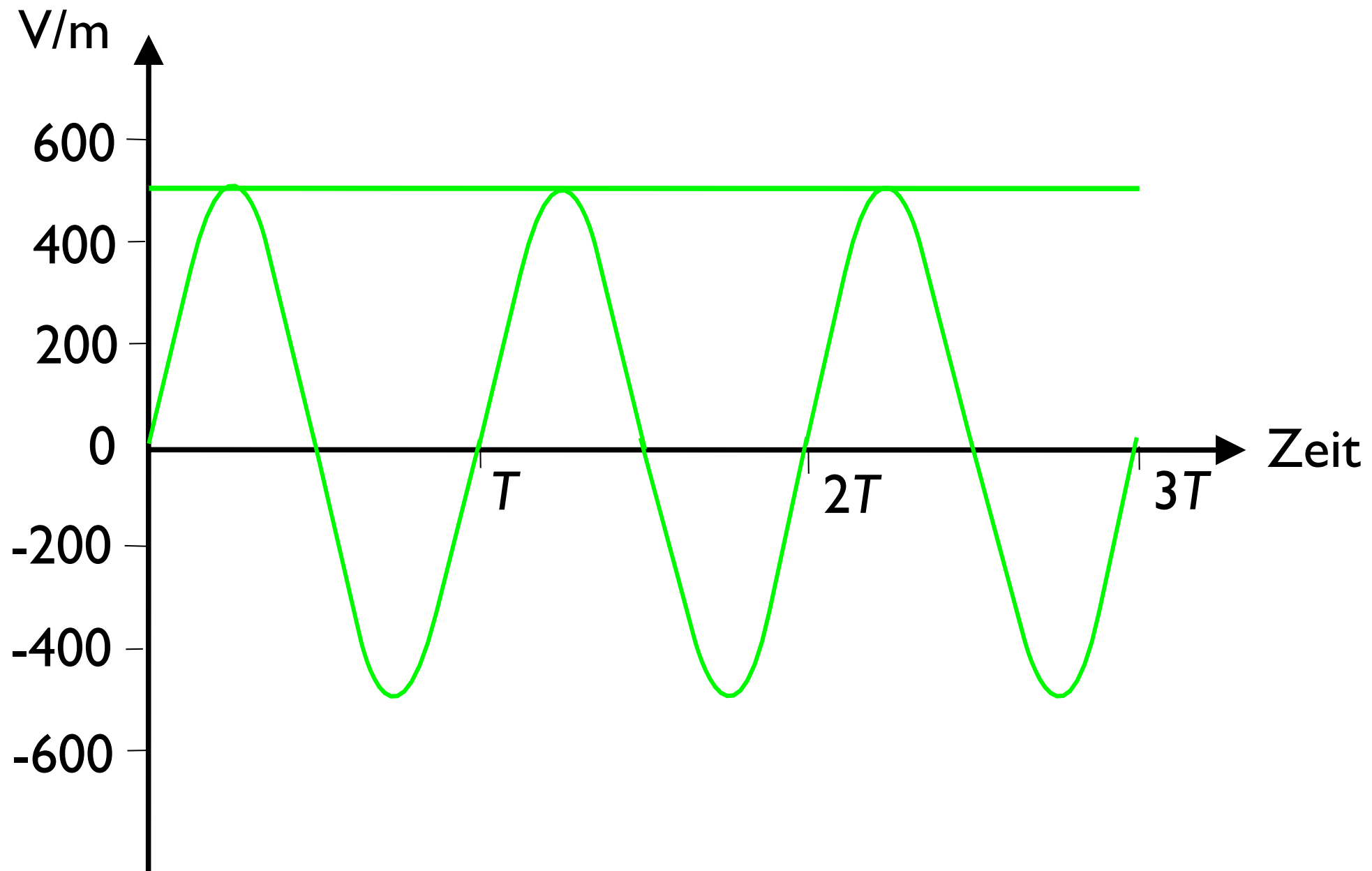
Niederfrequenz



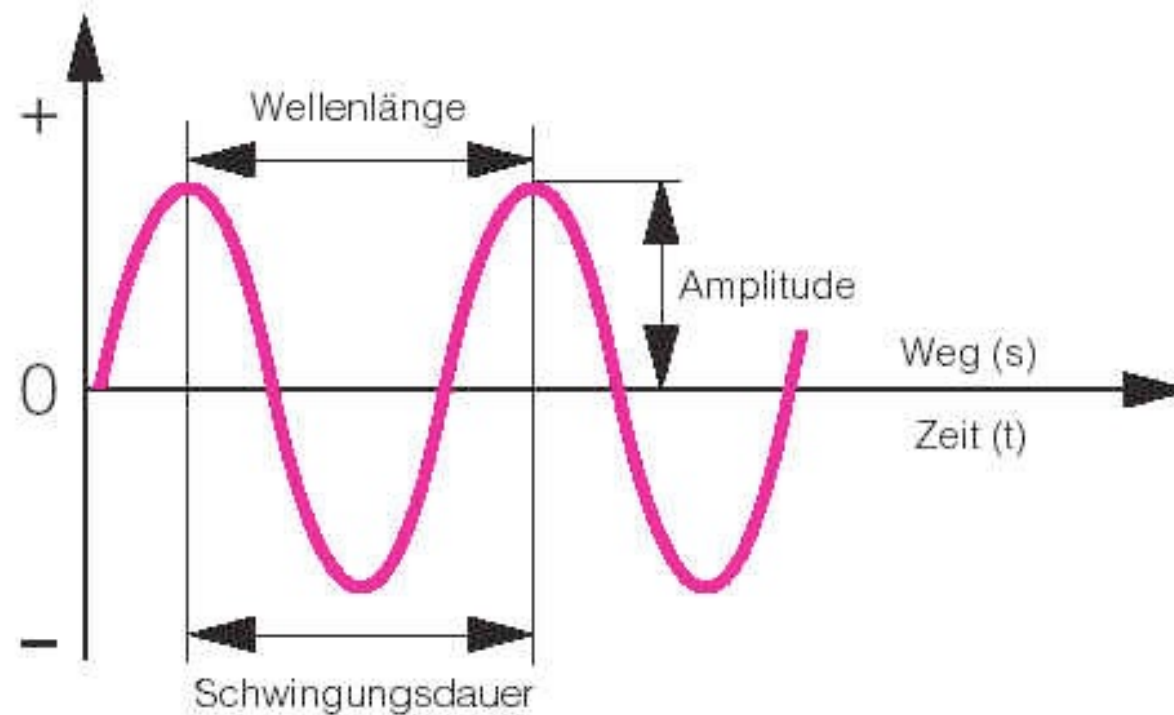
Wechselfelder



Wechselfelder



Wechselfelder

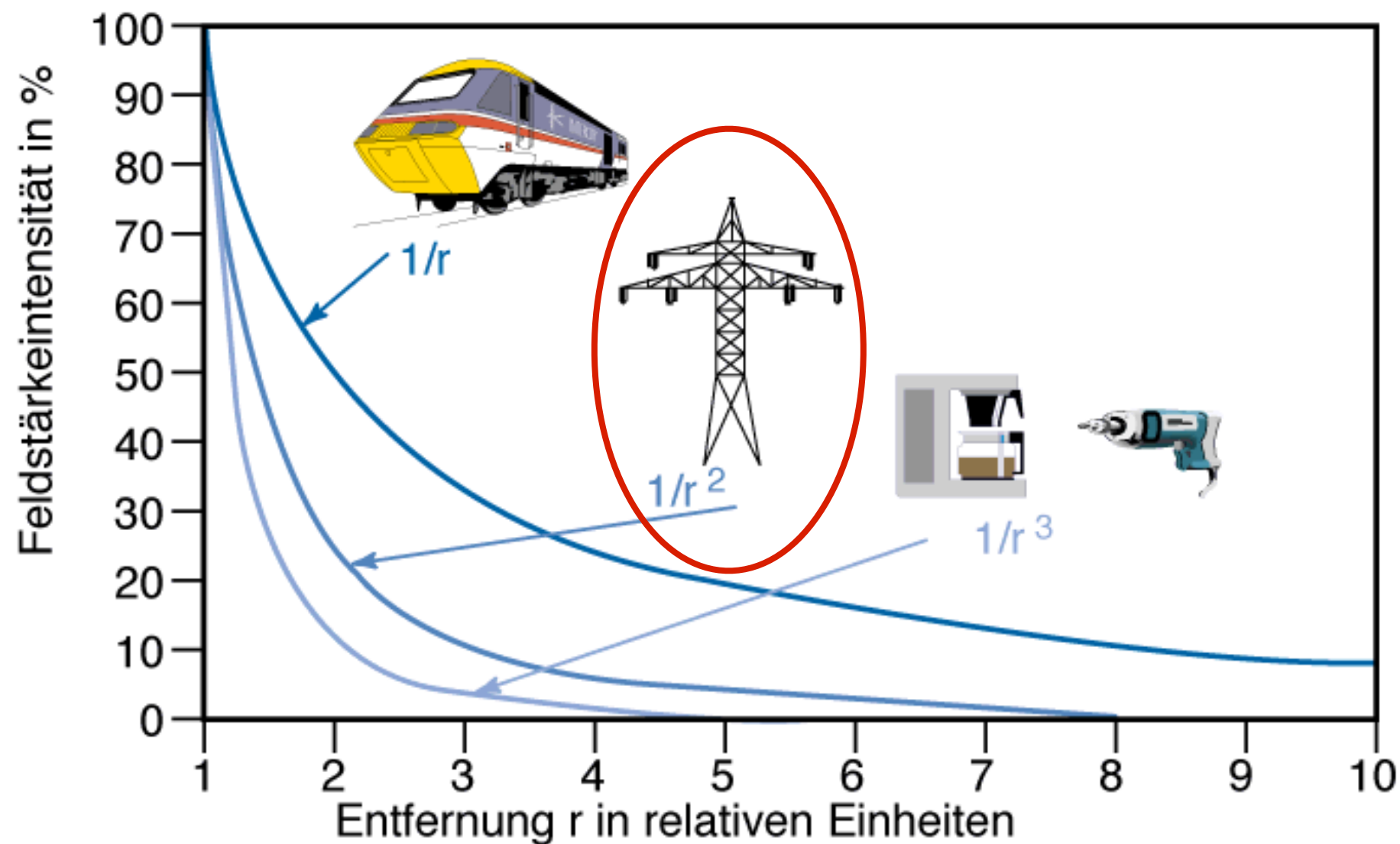


$$\text{Frequenz } f = 1 / \text{Schwingungsdauer} = 1 / T$$
$$[\text{Frequenz}] = 1 / \text{s} = \text{Hz}$$

Niederfrequenz: Lokale Felder



Magnetfelder im Alltag

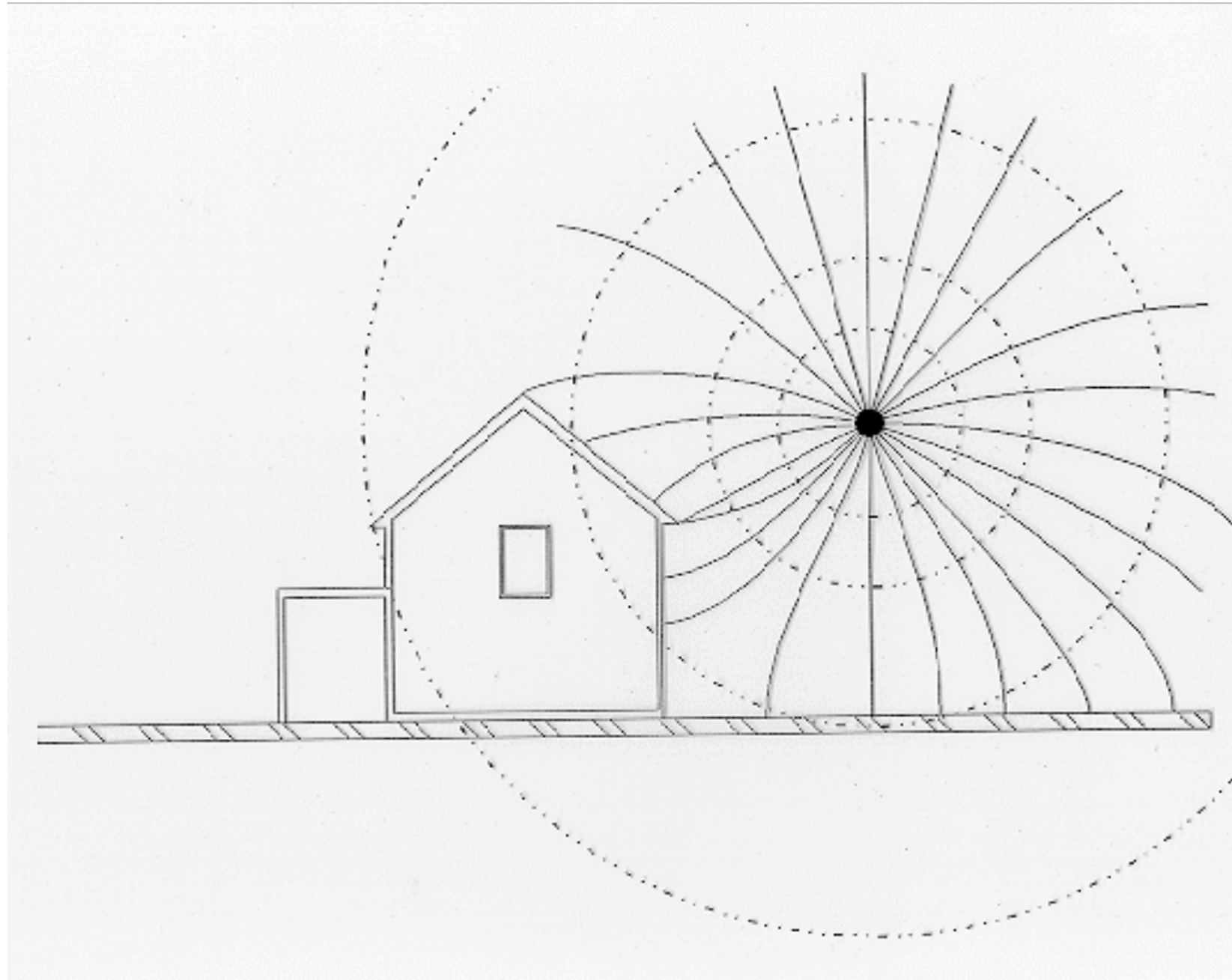


$1/r$: Feld eines geraden langen stromdurchflossenen Leiters (z.B. Bahnstromleitung)

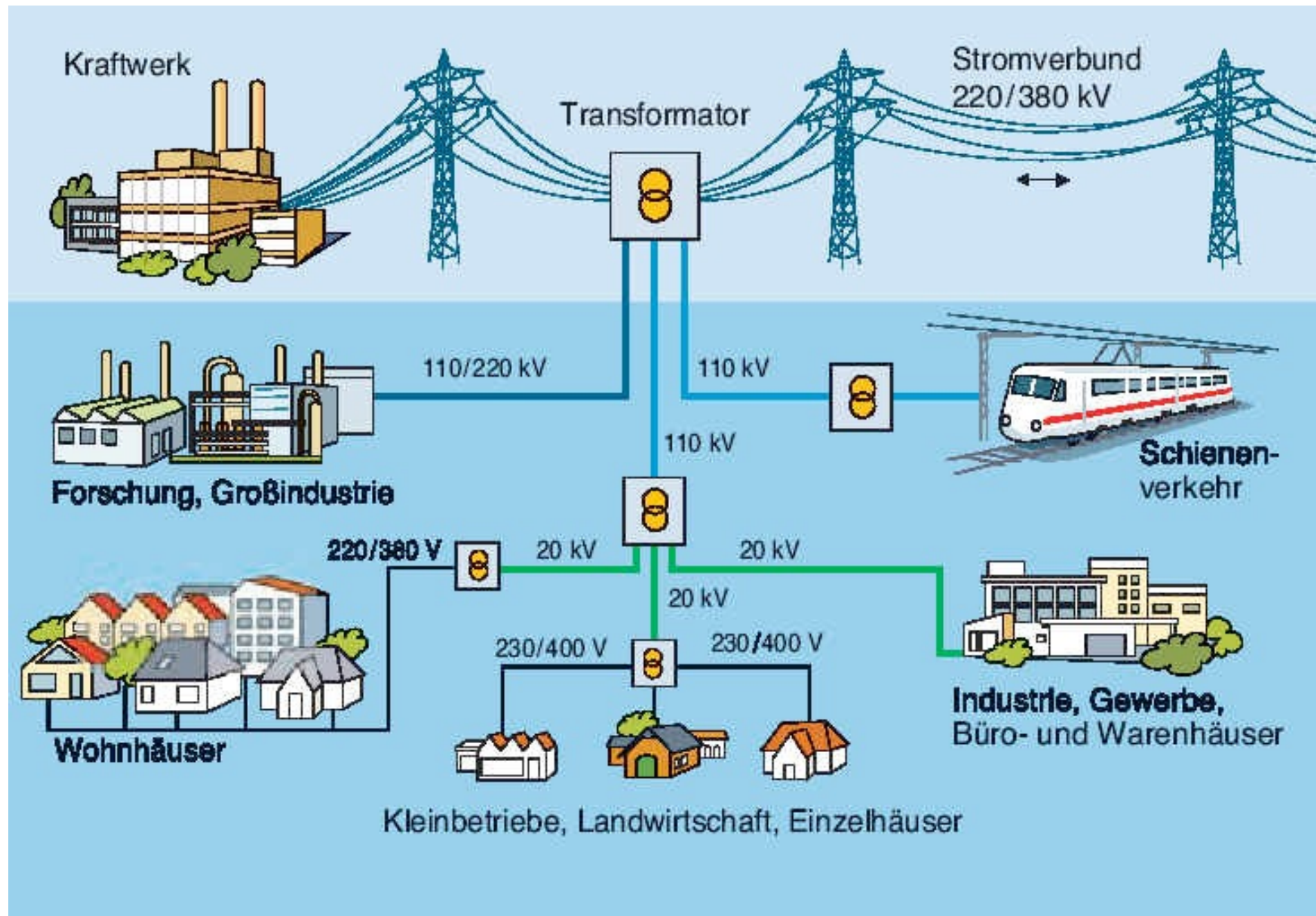
$1/r^2$: Feld durch Überlagerung zweier Leiter mit hin- und rückfließendem Strom

$1/r^3$: Feld einer Zylinderspule (z.B. Elektromotor)

Abschirmung

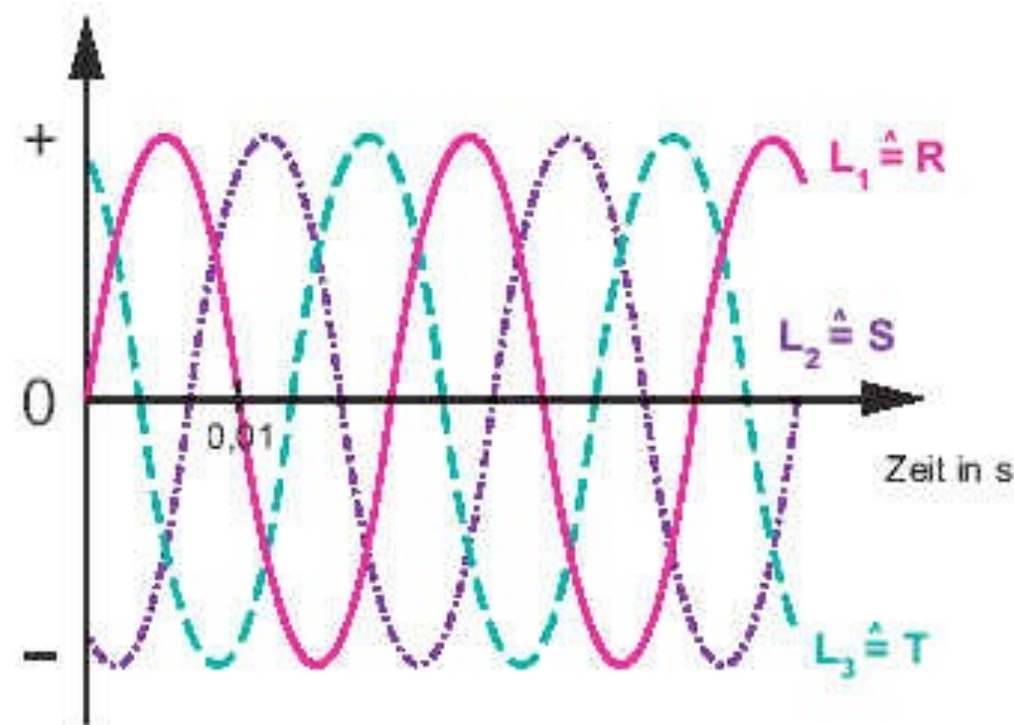


Hochspannungsleitungen



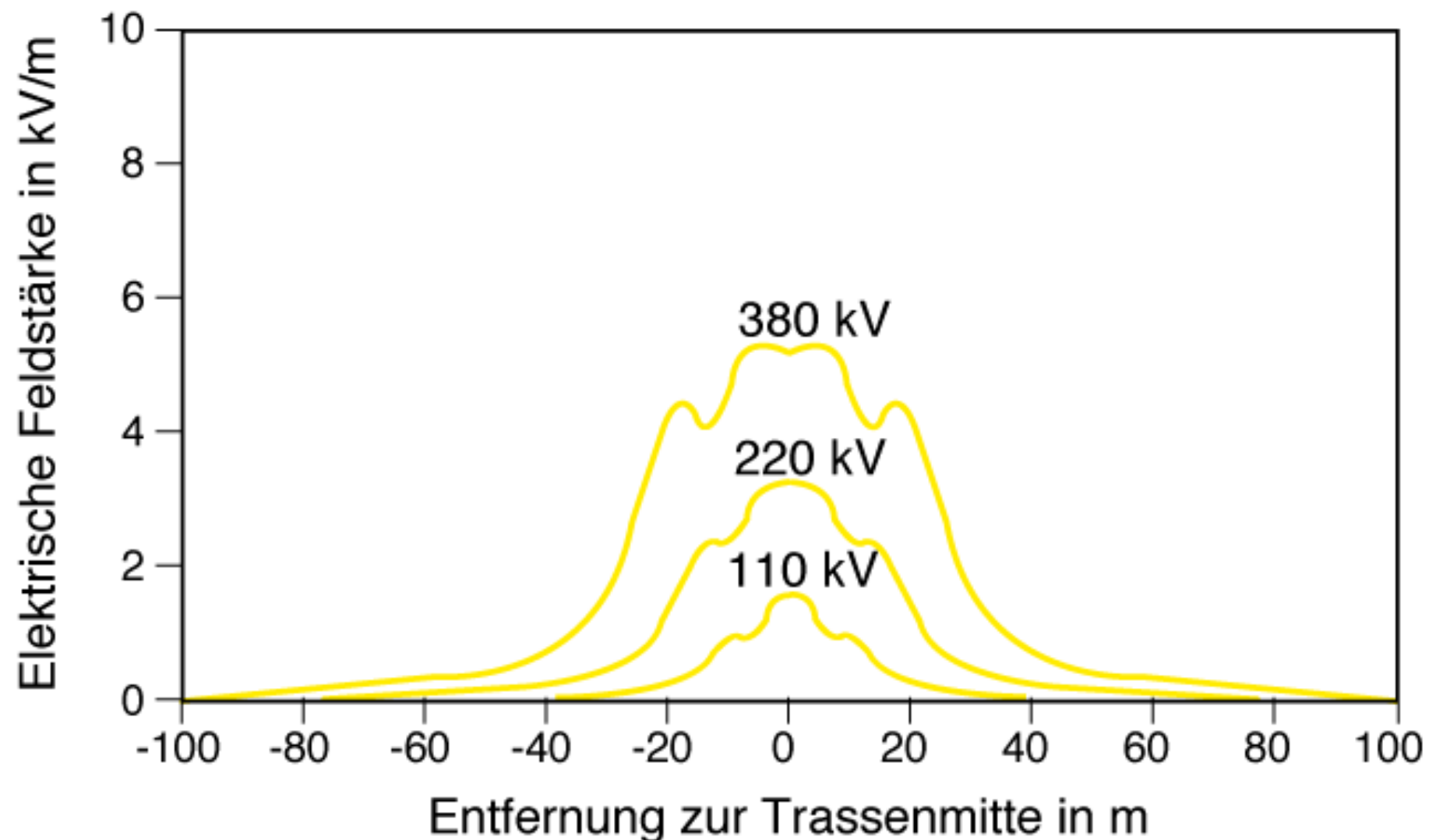
Hochspannungsleitungen

↻ Drehstrom



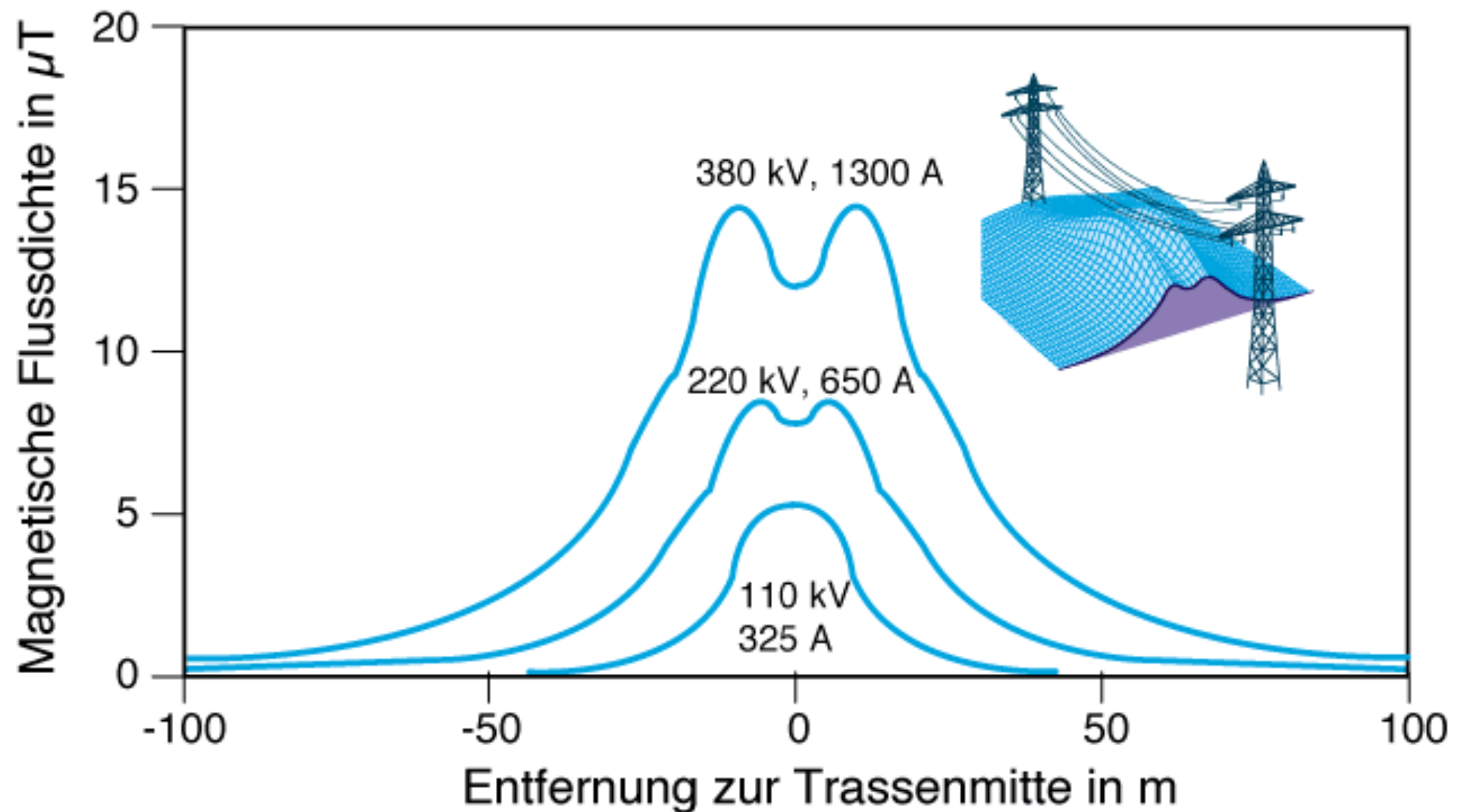
Hochspannungsleitungen

Elektrisches Feld:

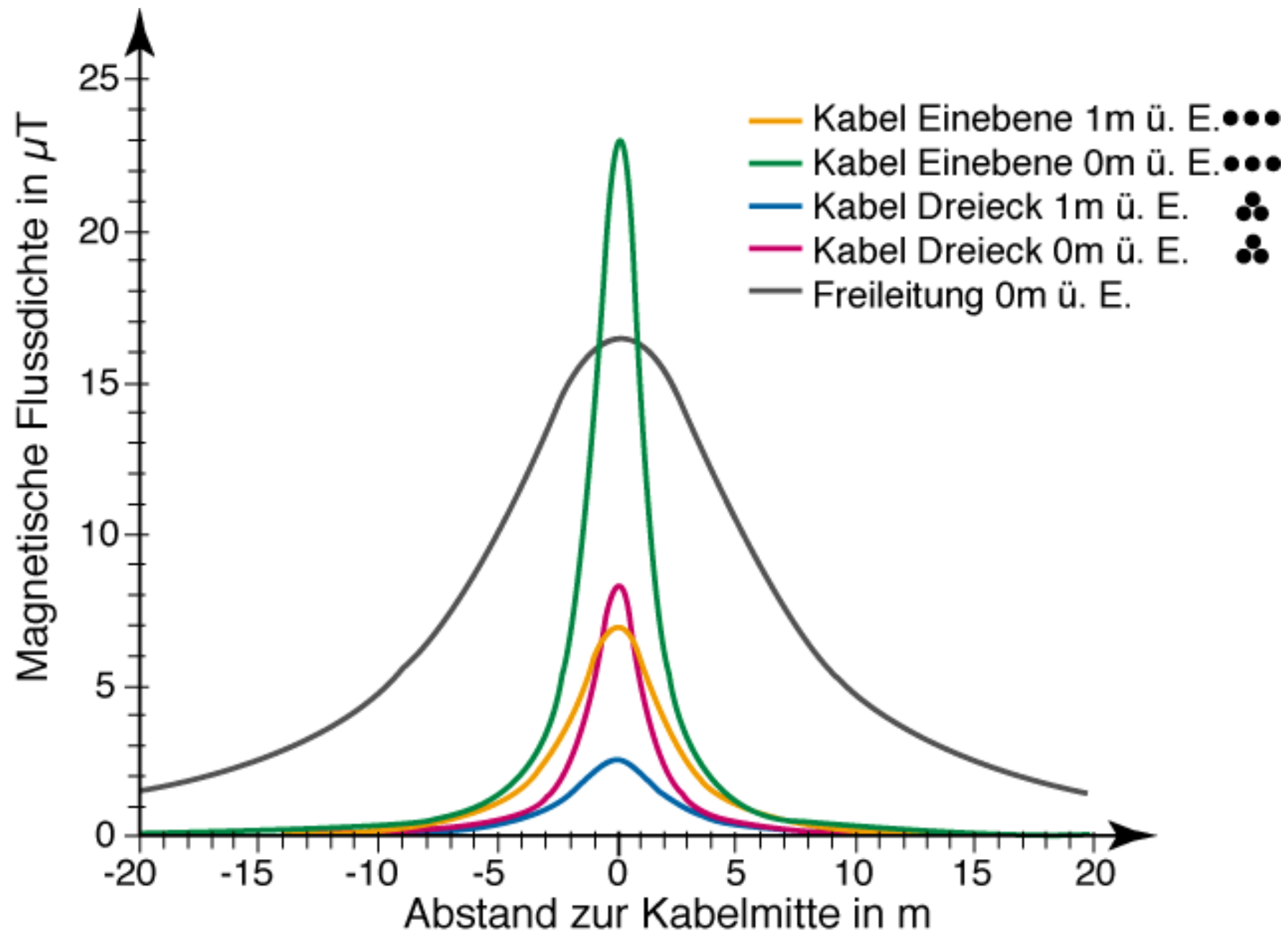


Hochspannungsleitungen

Magnetfeld:



Erdkabel



Kompakt: Elektrisches Feld

- ⇒ Entsteht überall dort, wo Spannung anliegt
- ⇒ Kein Stromfluss nötig
- ⇒ Elektrische Feldstärke E , $[E] = \text{Volt} / \text{Meter}$
- ⇒ Nimmt mit steigender Spannung zu
- ⇒ Nimmt mit Entfernung von Quelle ab
- ⇒ Lässt sich leicht abschirmen

Kompakt: Magnetfeld

- ⇒ Entsteht, wenn Strom fließt
- ⇒ Magnetische Flussdichte B , $[B] = \text{Tesla}$
- ⇒ Nimmt mit Stromstärke zu
- ⇒ Nimmt mit Entfernung zur Quelle ab
- ⇒ Lässt sich nur schwer abschirmen

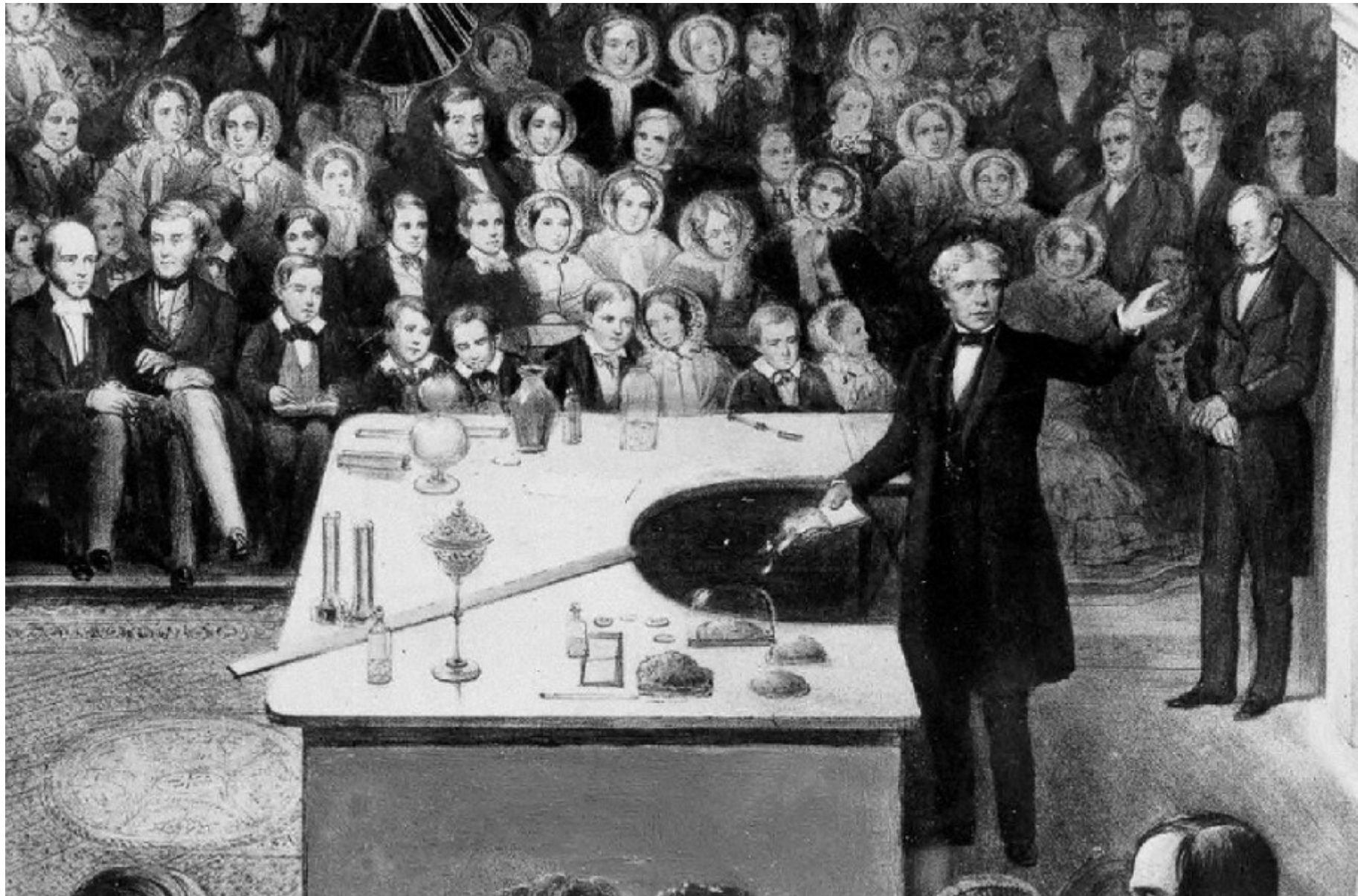
Magnetfeld

Strom $\rightarrow$ Magnetfeld

Magnetfeld $\rightarrow$ Strom

Induktion

Induktion – Faraday





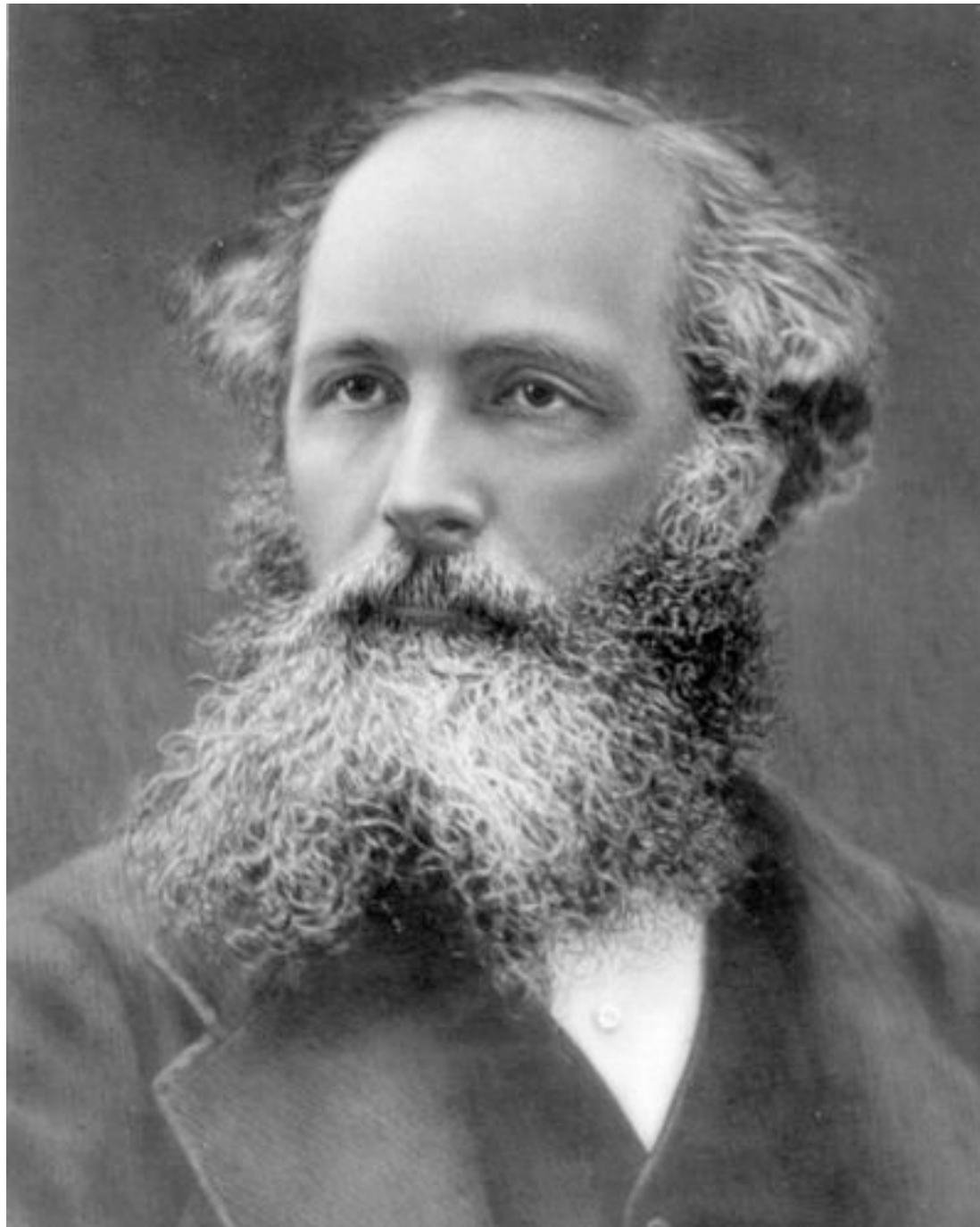
Elektromagnetische Wellen



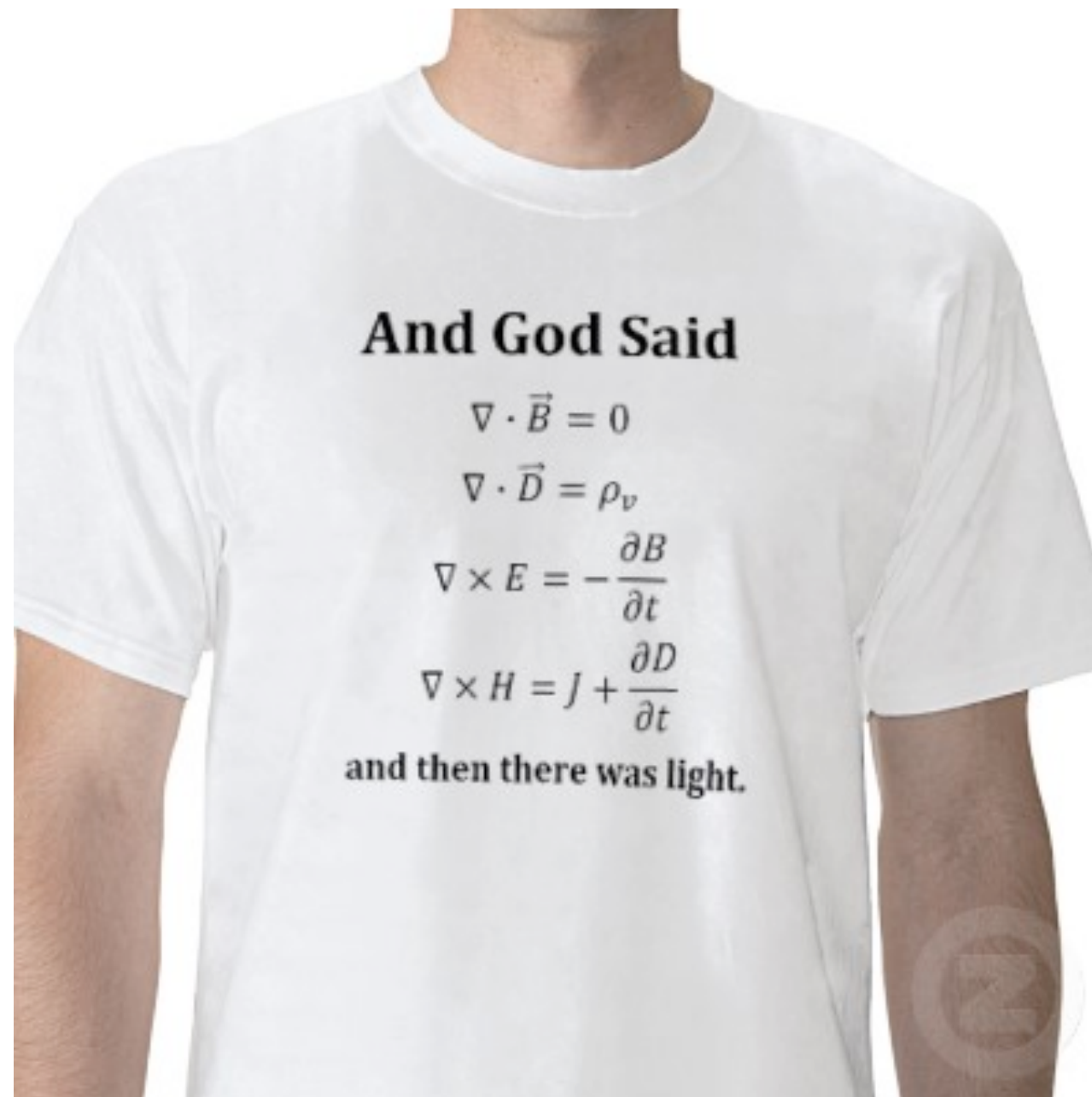
Magnetfeld $\rightarrow$ E-Feld

E-Feld $\rightarrow$ Magnetfeld?

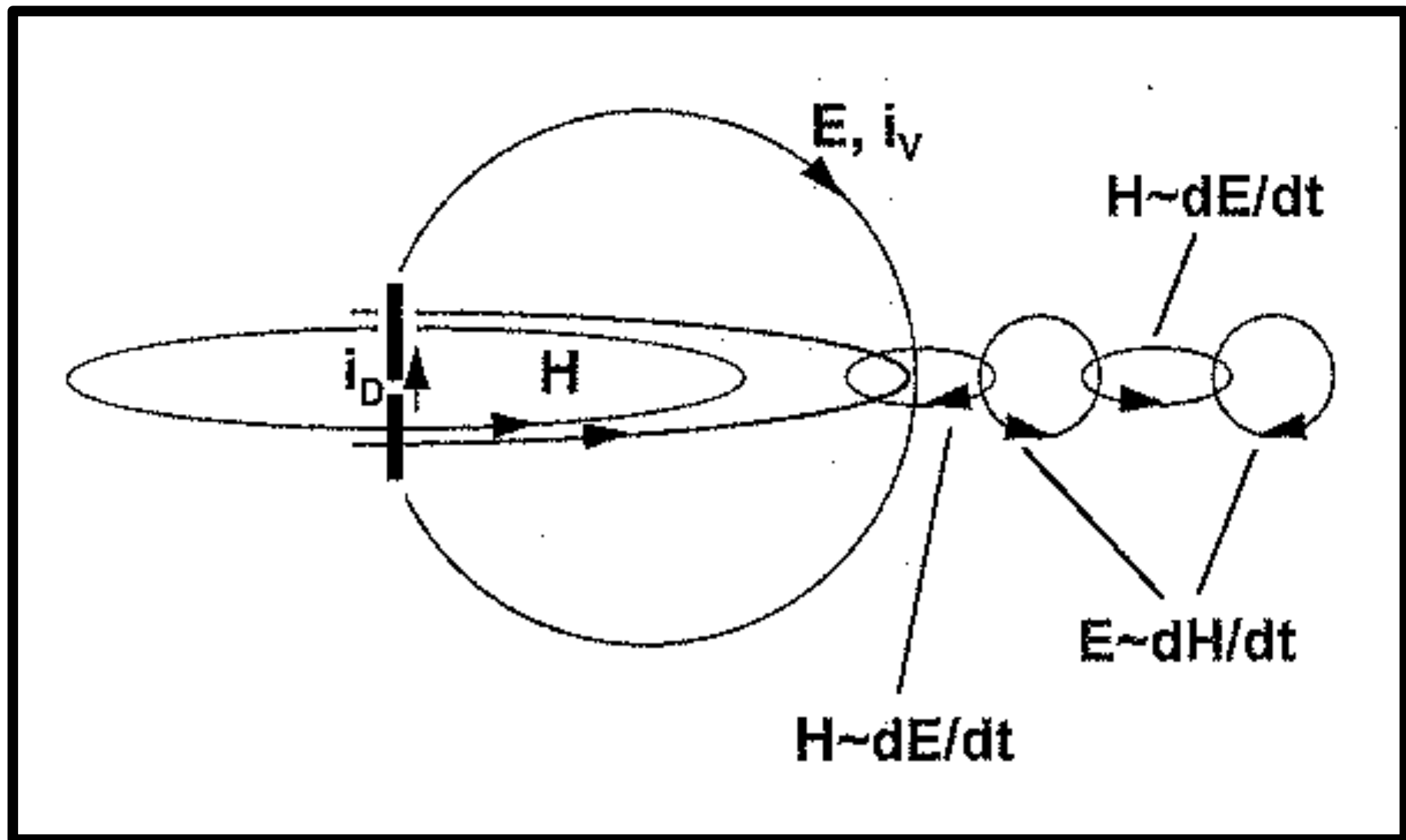
James Clark Maxwell



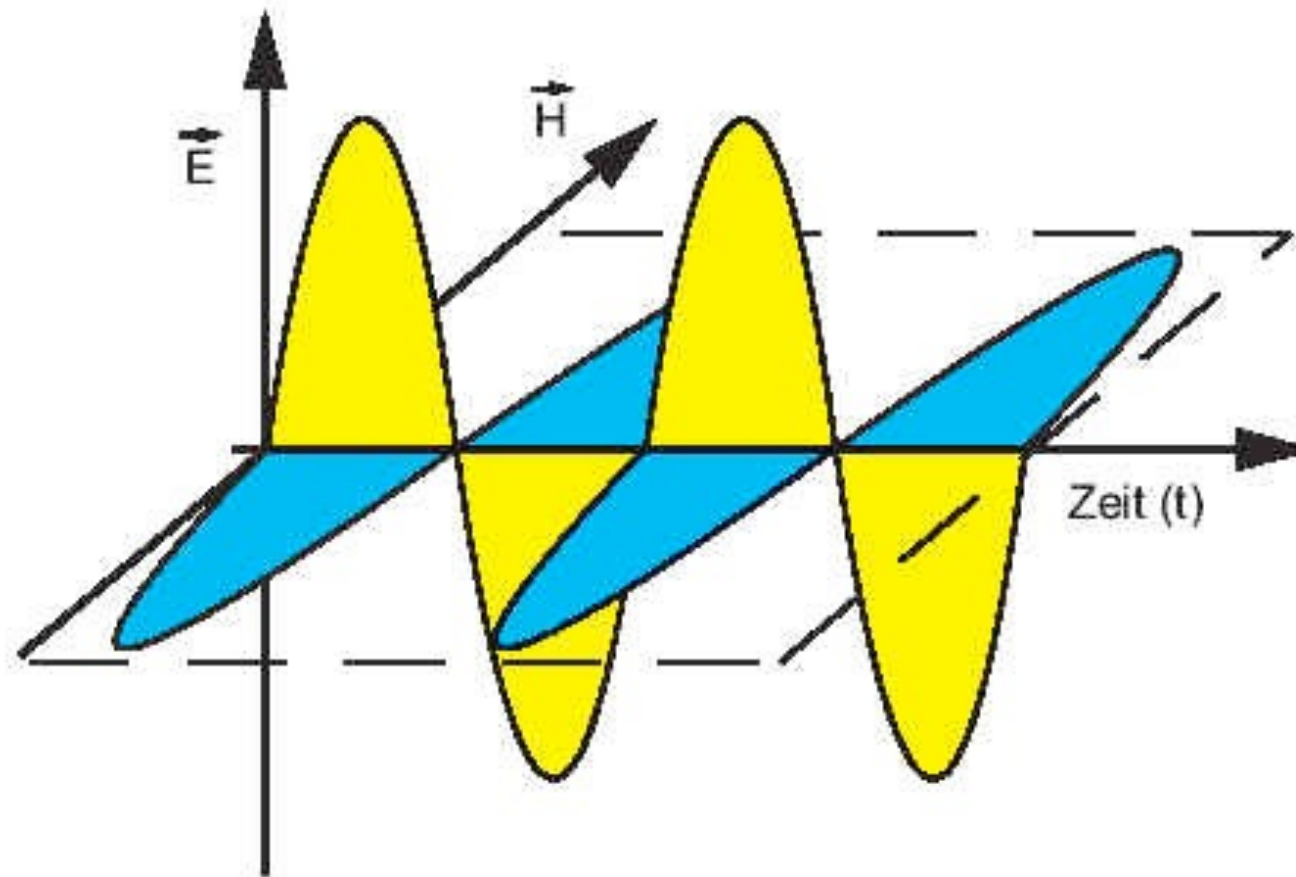
Maxwell-Gleichungen



Ausbreitung elektromagn. Wellen



Ausbreitung elektromagn. Wellen



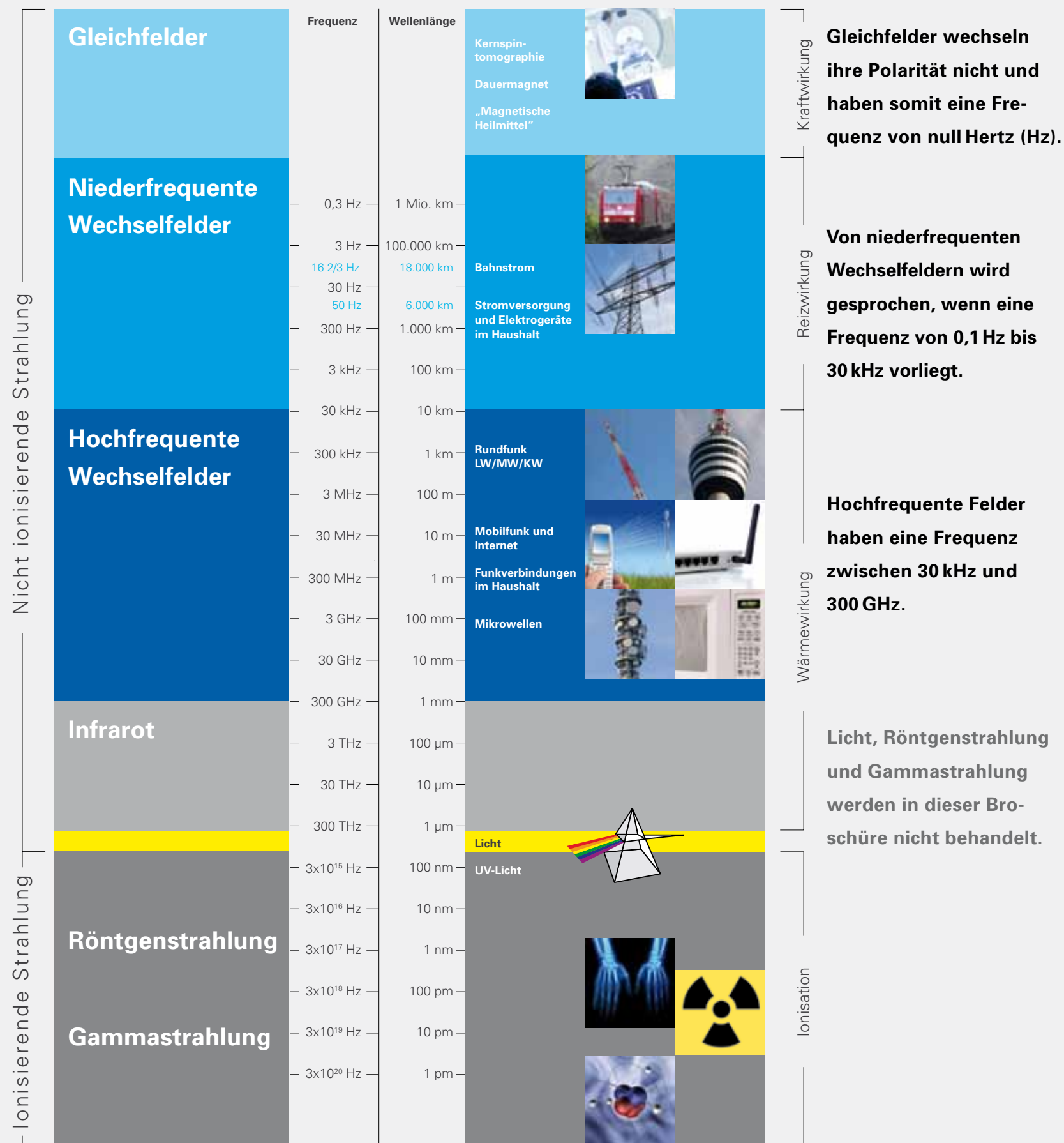
H und E sind im Fernfeld fest verknüpft:

$$Z_0 = E/H \approx 377\Omega$$



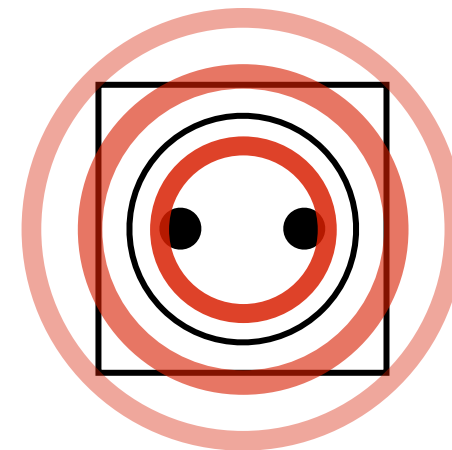
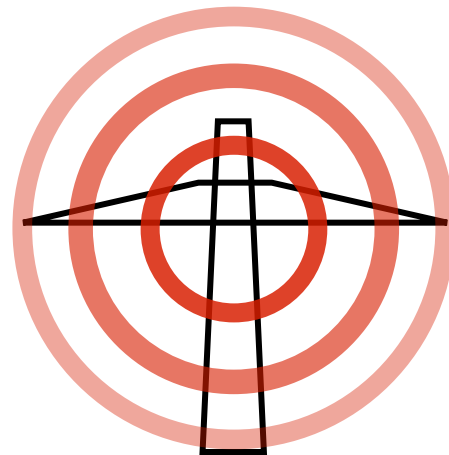
Guten Morgen!

DAS ELEKTROMAGNETISCHE SPEKTRUM



NF und HF

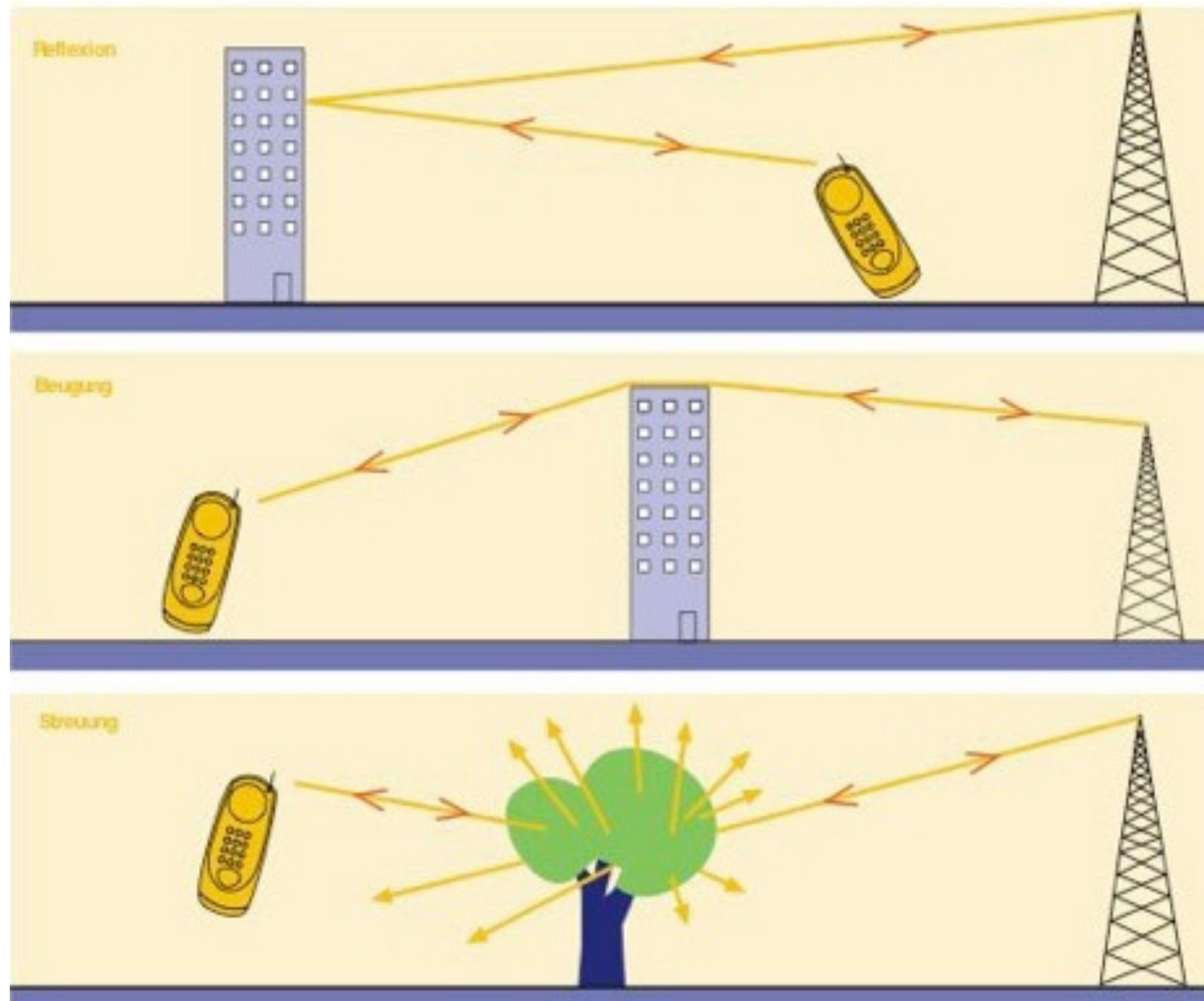
NF:



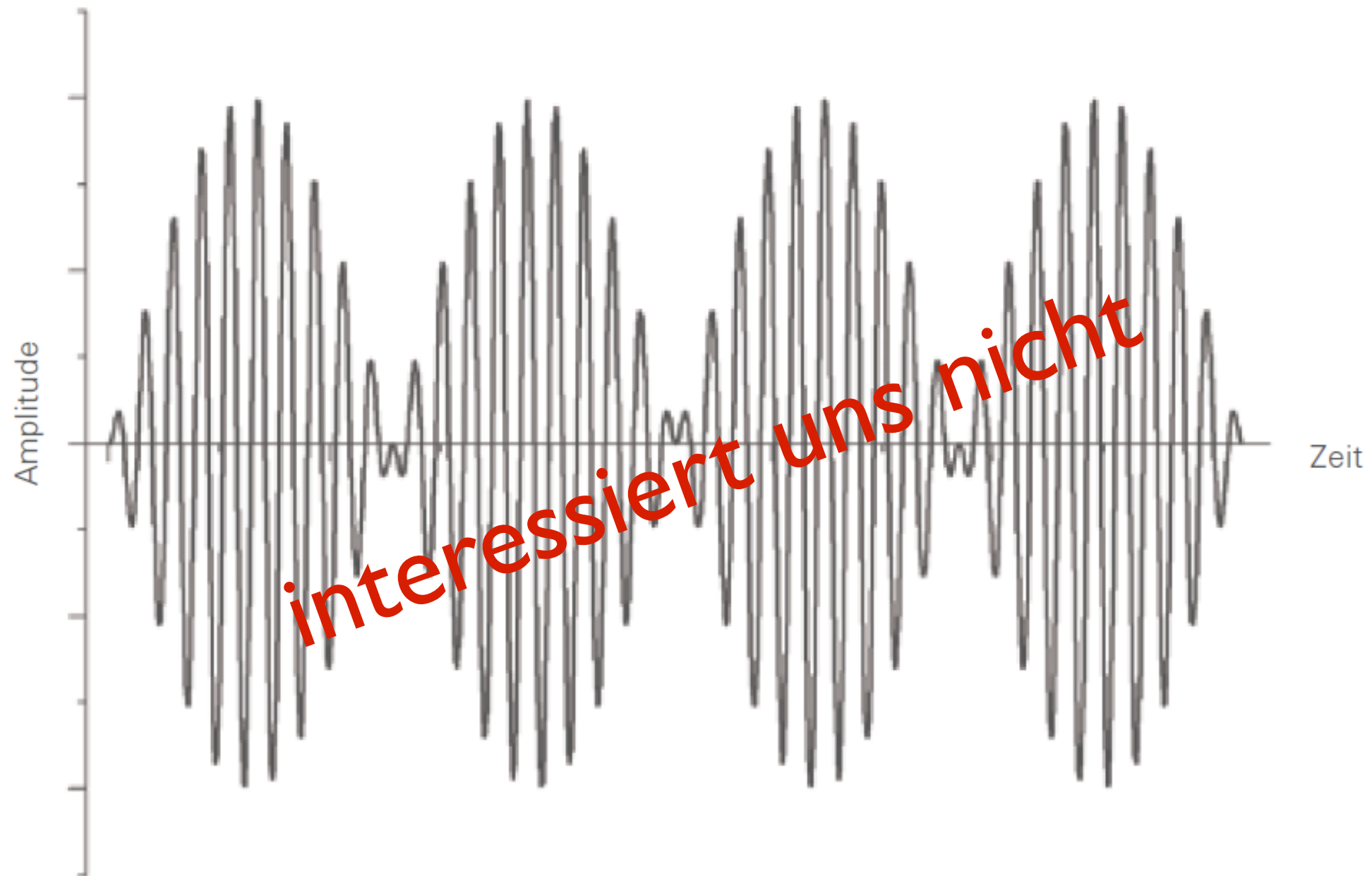
HF:



Reflexion, Beugung



Informationsübertragung





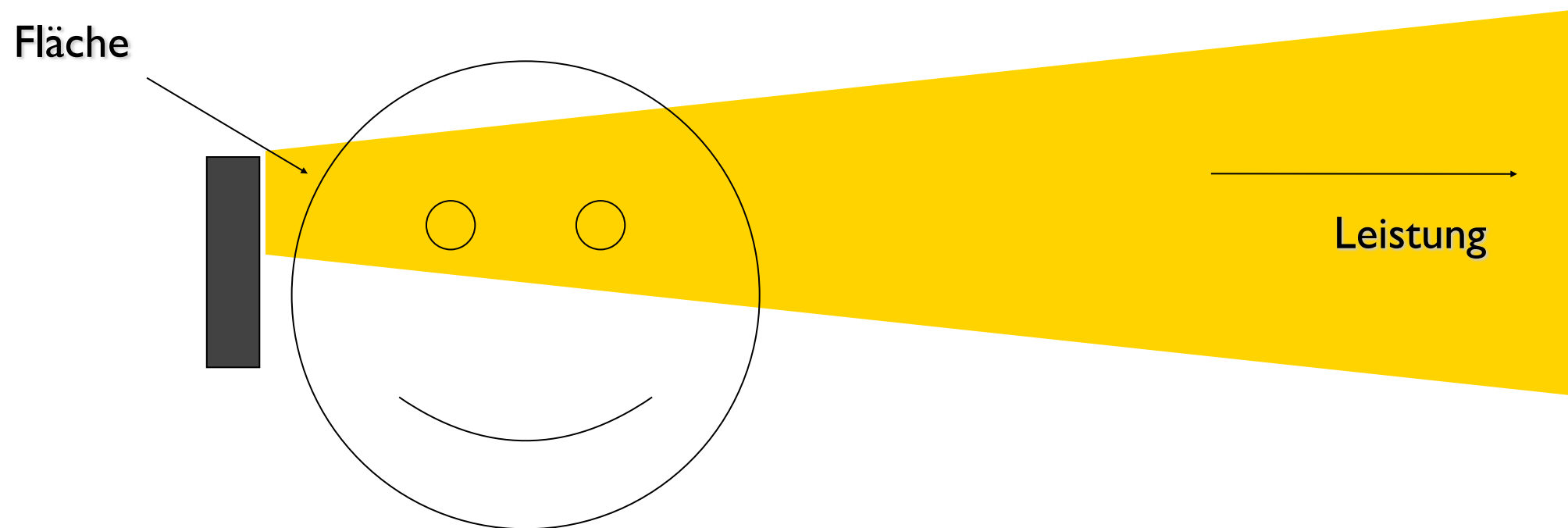
„Nebeneffekt“:

Energietransport

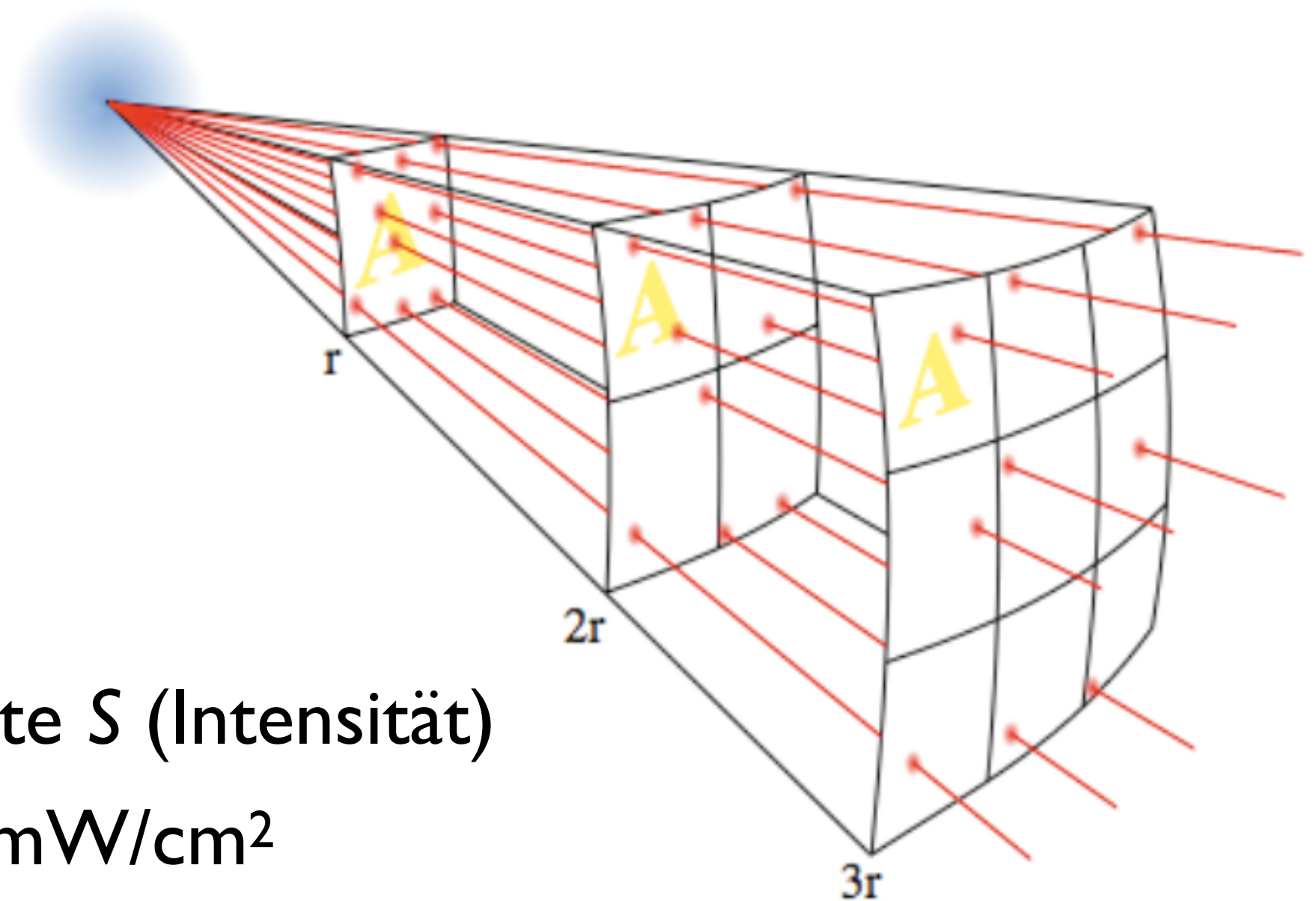
Energieabsorption

Energietransport

- ➡ Energie wird abgestrahlt
- ➡ Energie wird evtl. absorbiert



Leistungsflussdichte

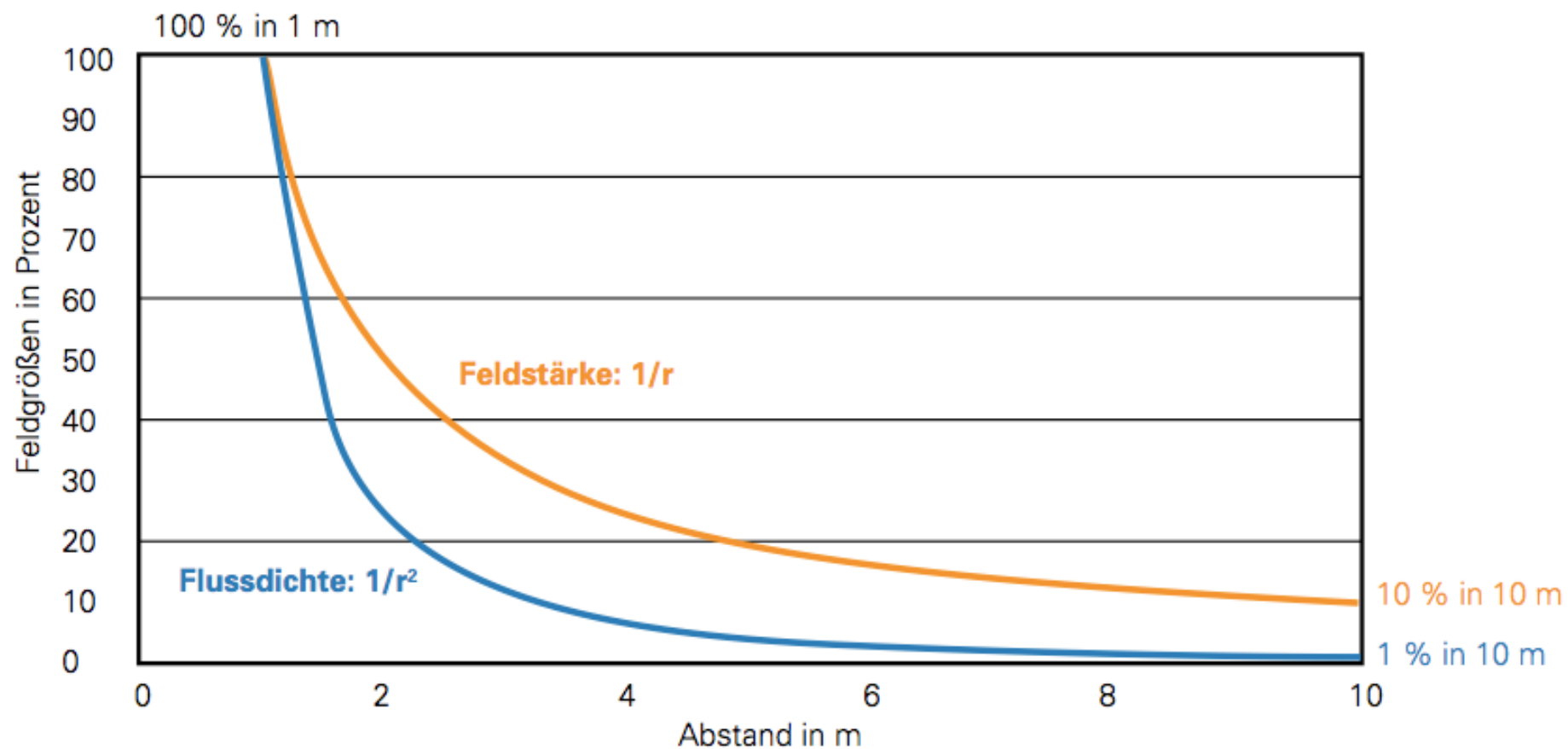


Leistungsflussdichte S (Intensität)

$[S] = \text{W/m}^2$ oder mW/cm^2

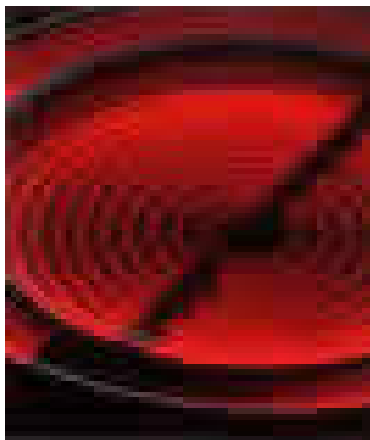
Leistungsflussdichte - Feldstärke

$$S = E \cdot H, E = Z_0 \cdot H \Rightarrow S = \frac{E^2}{Z_0}$$



Energietransport

Herdplatte



2.400 W/m²

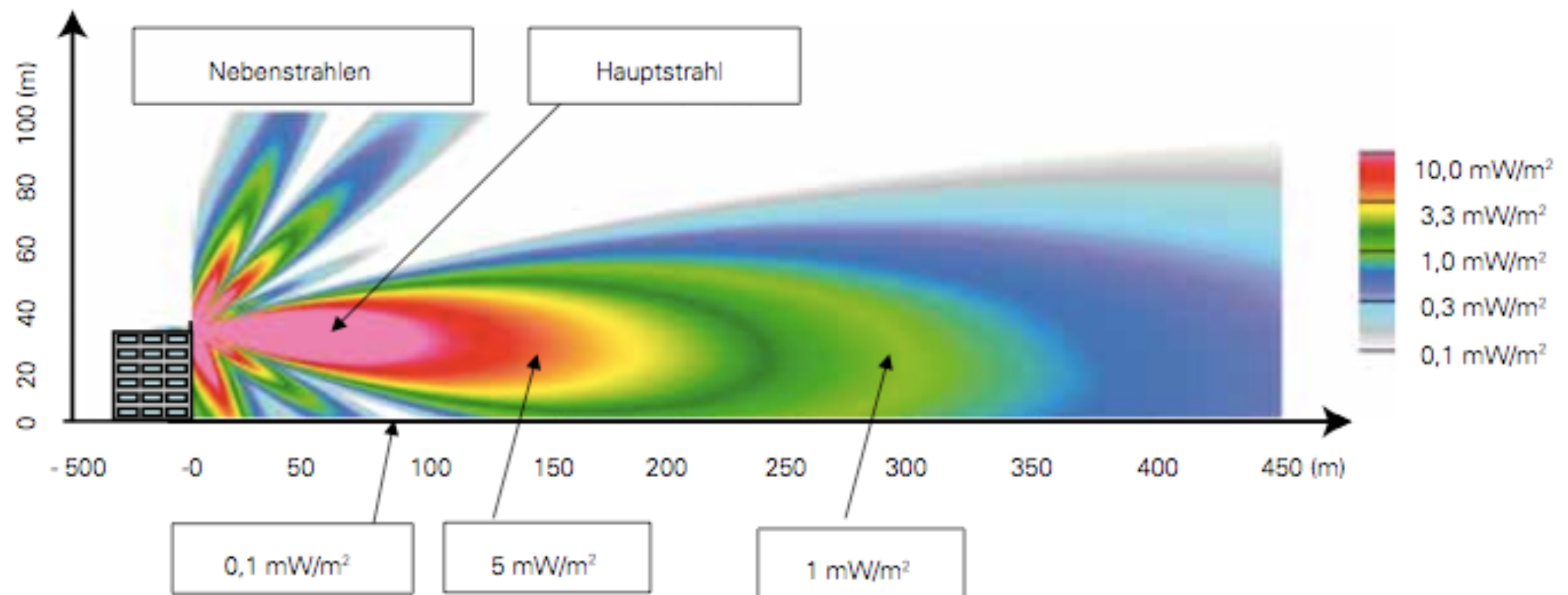
Mobilfunk-
Basisstation



0,2 W/m²

10 m Abstand

Abstrahlverhalten



Handy

Max. Sendeleistung: 1–2 W

Praxis: bis 1000mal weniger

Leistungsflussdichte:

= 1.000.000-mal





Kompakt: EM Wellen



- ⇒ lösen sich von der Quelle
- ⇒ E und H fest verknüpft (Fernfeld)
- ⇒ unterscheiden sich durch Frequenz
- ⇒ typische Welleneigenschaften
- ⇒ transportieren Energie
- ⇒ Leistungsflussdichte

Biologische Wirkungen

Niederfrequenz

**Direkte
Wirkungen** ✓

**Indirekte
Effekte** ?

Hochfrequenz

**Thermische
Wirkungen** ✓

**Athermische
Wirkungen** ?

Niederfrequenz

- ➔ Beeinträchtigen elektrische und magnetische Felder die Gesundheit?
- ➔ Verursachen sie Krebs?
- ➔ Was sagen epidemiologische Studien?
„No single study is a smoking gun.“
- ➔ Was ergeben Tierversuche?
- ➔ Wie sind Grenzwerte definiert?
- ➔ Was leisten sie?



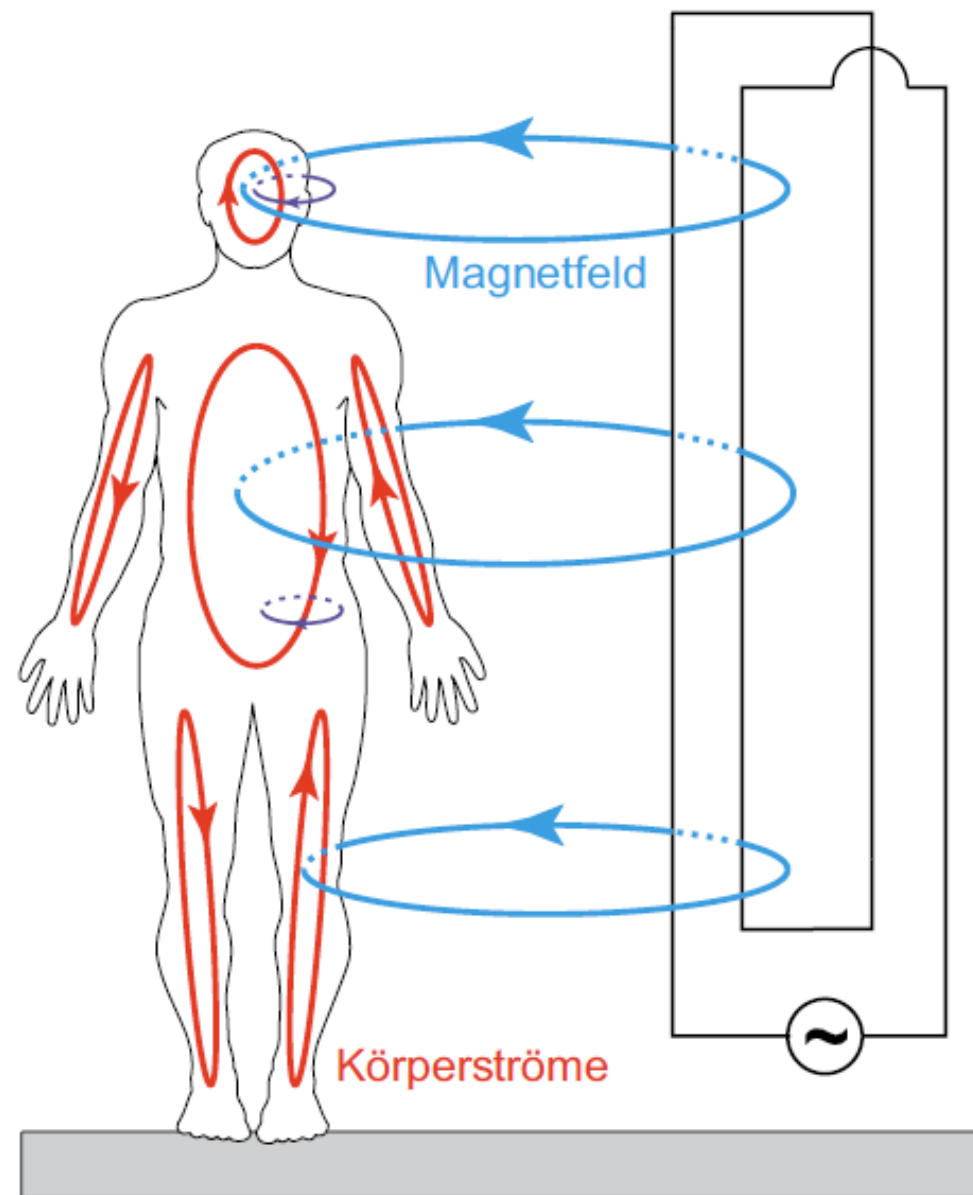
Niederfrequenz

Bekannte Wirkungen

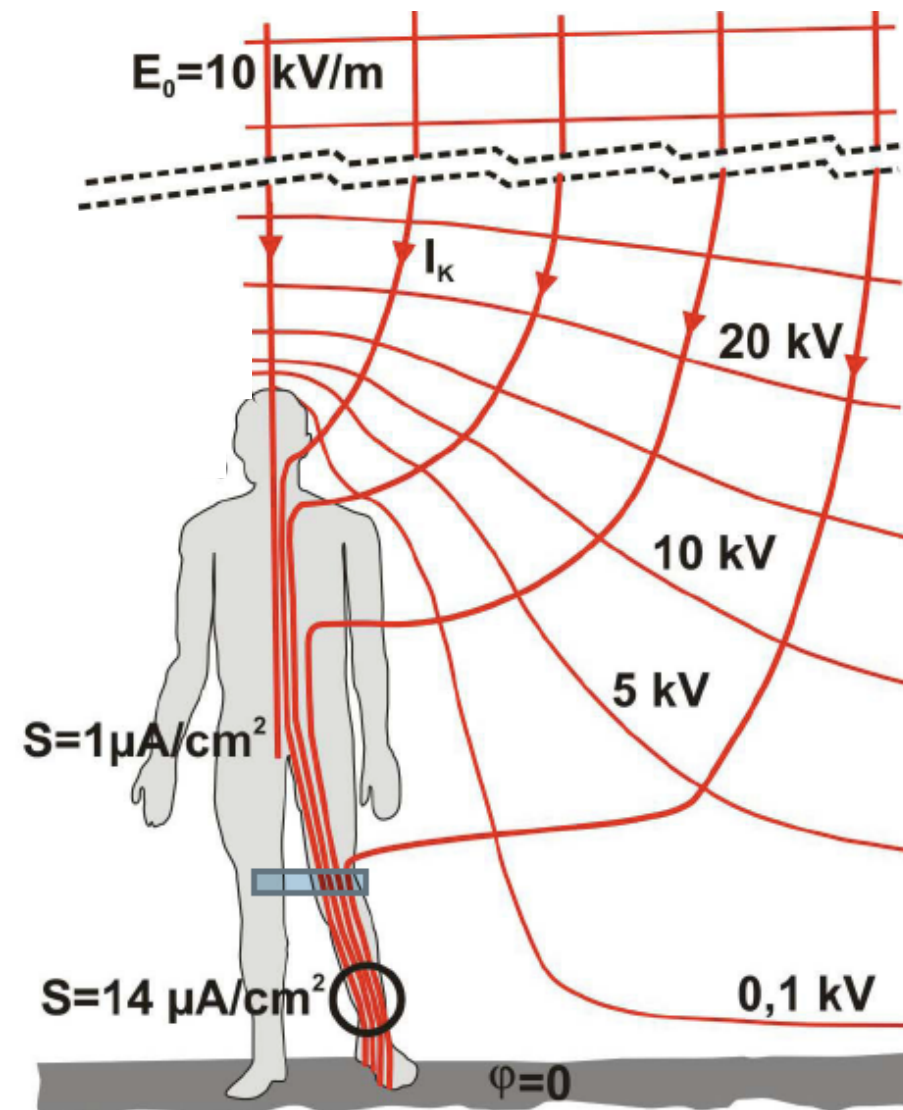


Grenzwerte

Magnetfeld



Elektrisches Feld



Quelle: J. Silny, RWTH Aachen



Basisgrenzwerte



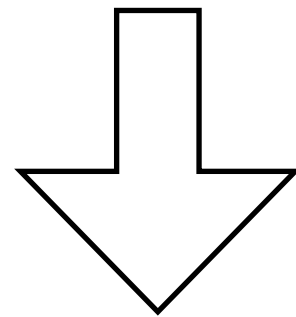
~~Stromdichte~~ → induziertes
elektrisches
Feld

Stromdichten

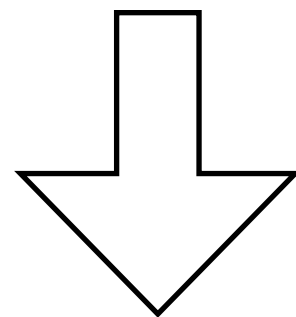
Wirkungen	Körperstromdichte am Wirkungsort in mA/m ²
Deutliche Gesundheitsgefahren (Störung des Herzrhythmus, Herzkammerflimmern, Überschreiten der Loslassschwelle)	> 1.000
Mögliche Gesundheitsgefahren (Veränderungen in der Erregbarkeit der Zellen, Reizschwellen werden erreicht)	100 – 1.000
Belästigung und Beeinträchtigung des Wohlbefindens möglich, Einfluss auf Knochenwachstum	10 – 100
Subtile biologische Effekte beim Menschen	1 – 10
Keine gesicherten Effekte	< 1



Grenzwerte
Stromdichte/elektrisches Feld

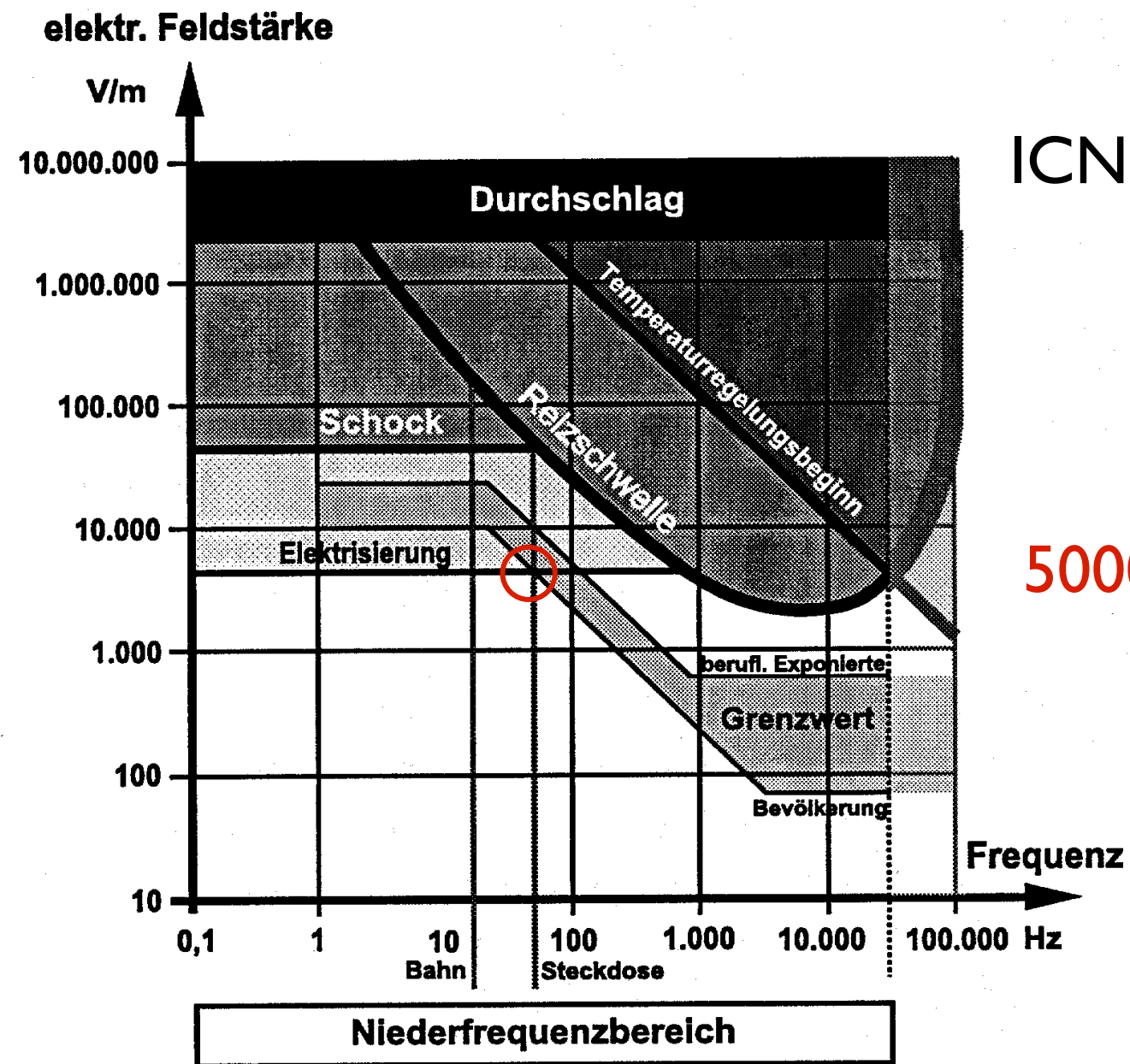


Basisgrenzwerte



Abgeleitete Grenzwerte

Grenzwerte E-Feld

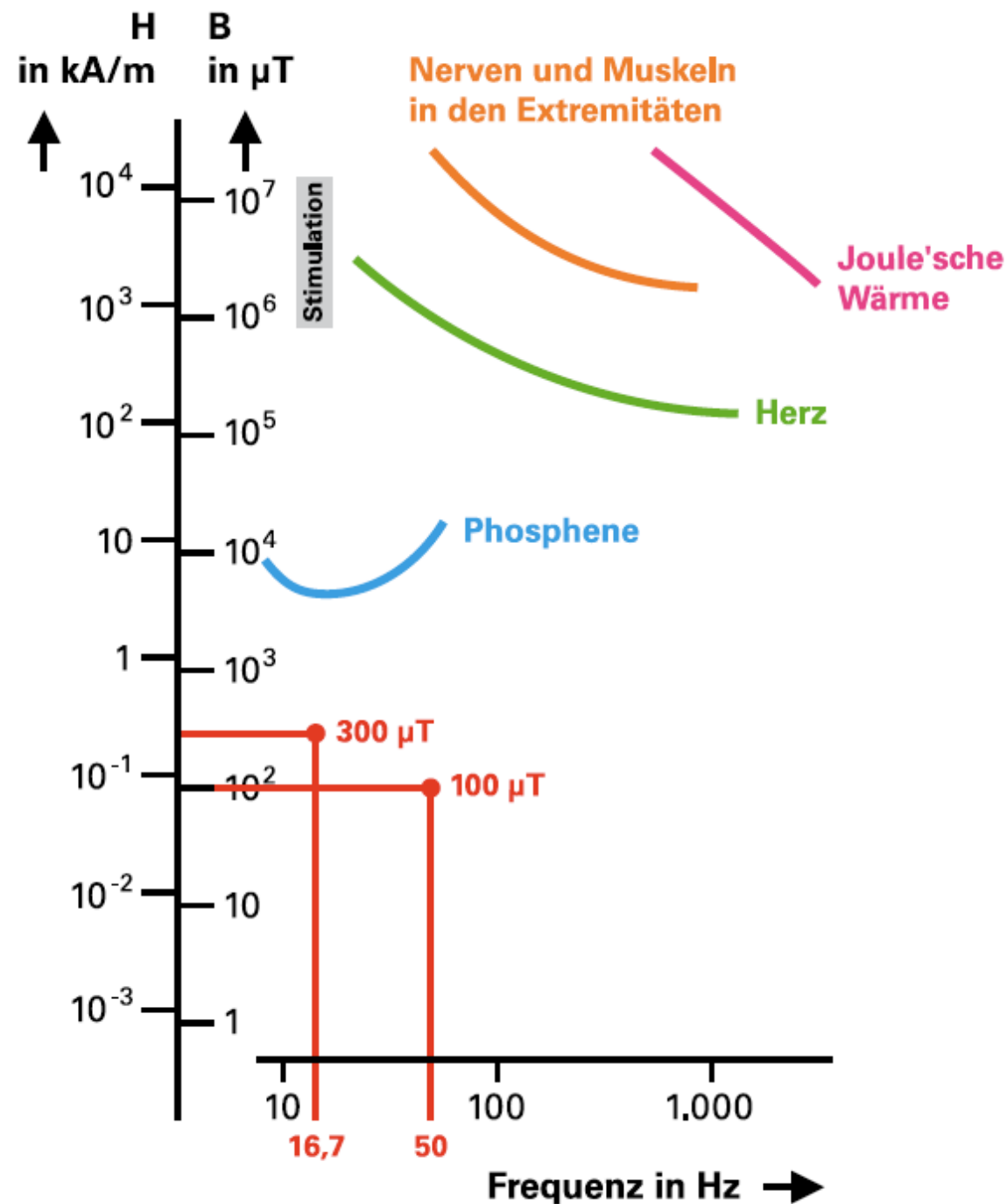


ICNIRP-Empfehlung

5000 V/m bei 50 Hz

doppelt-log.
Darstellung

Grenzwerte Magnetfeld





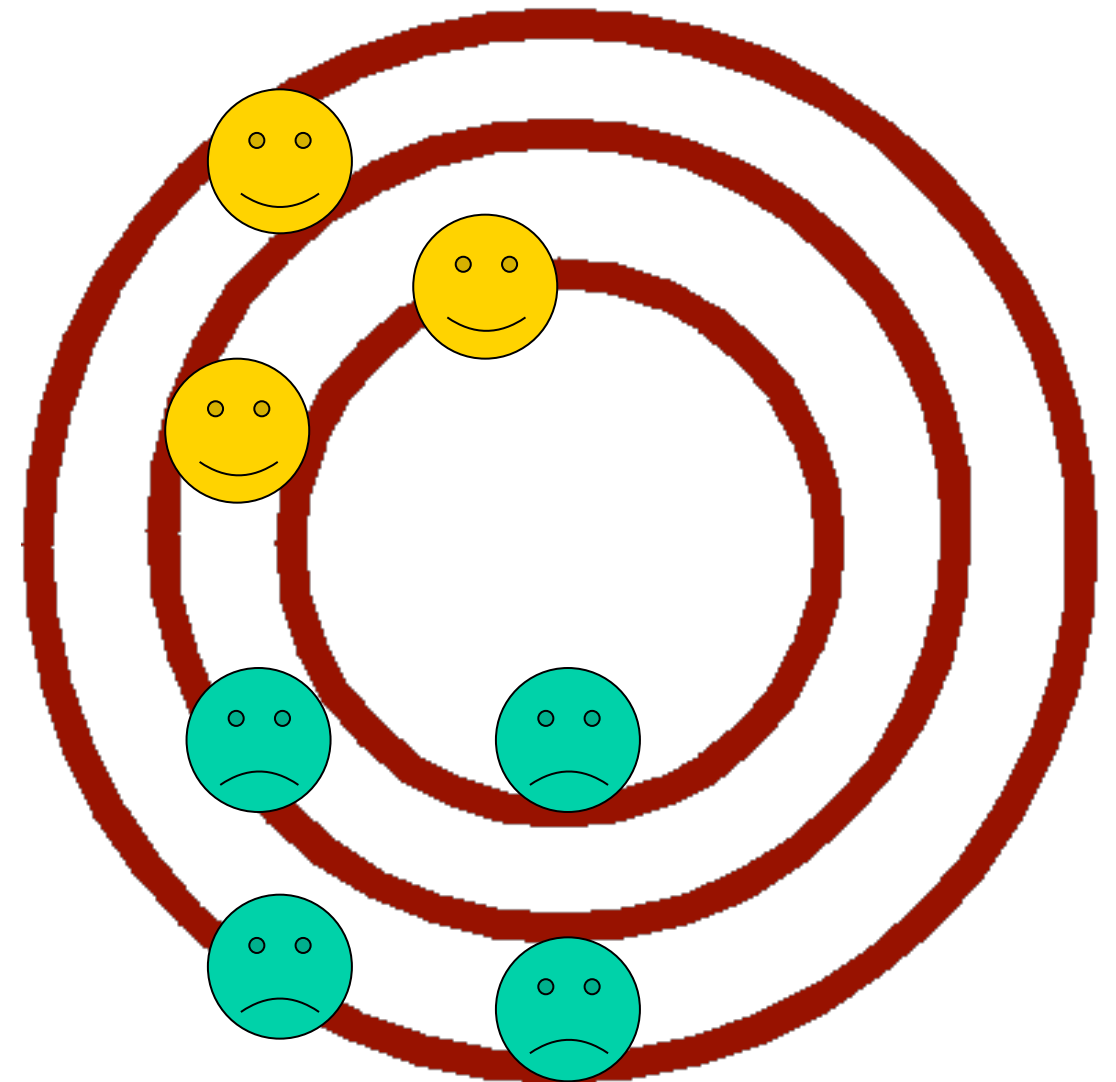
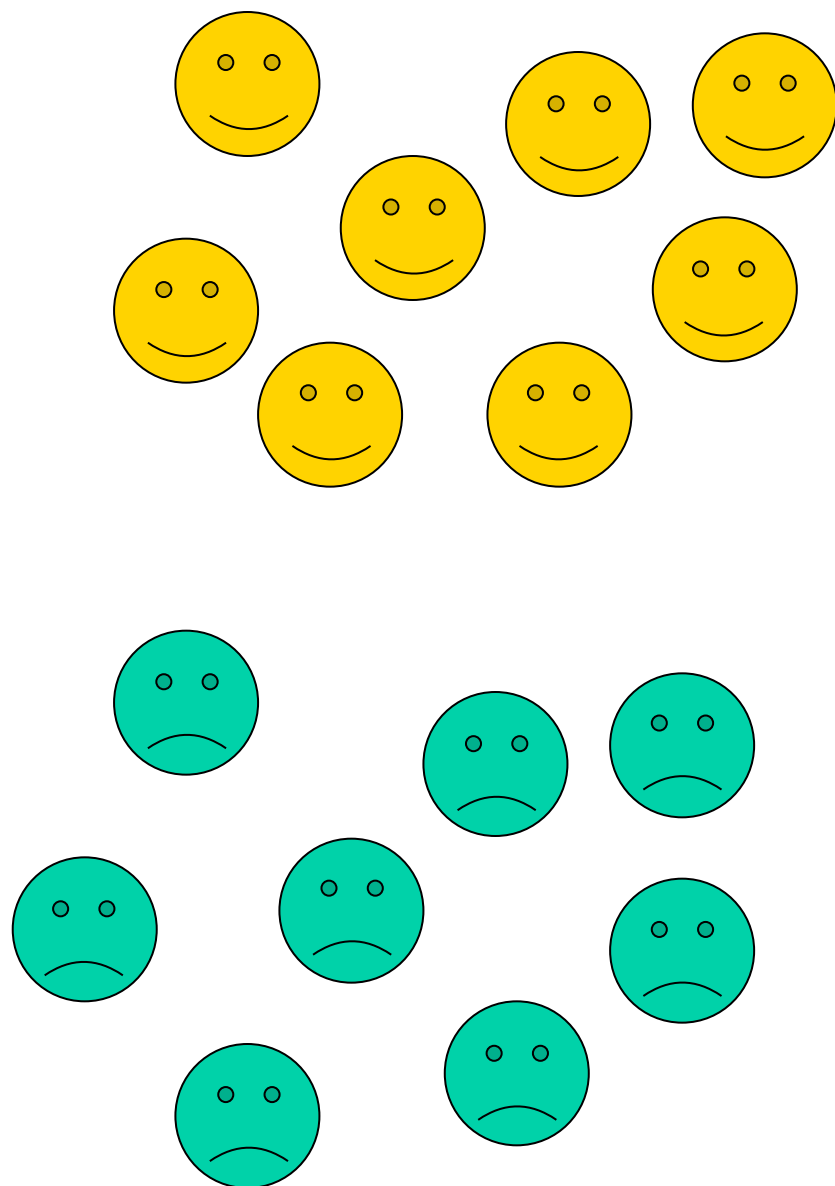
Forschung



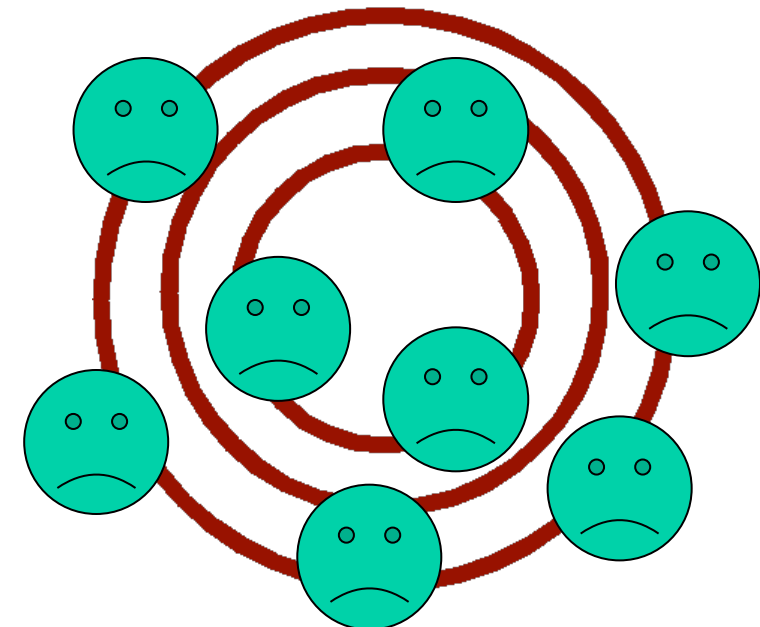
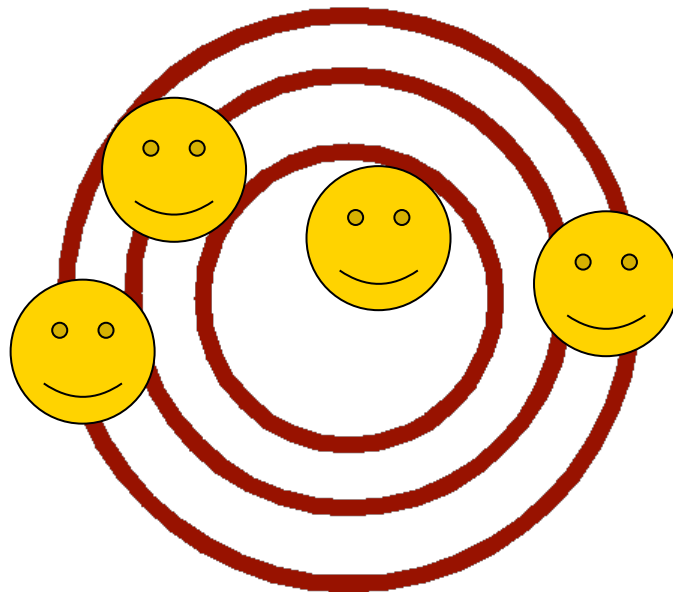
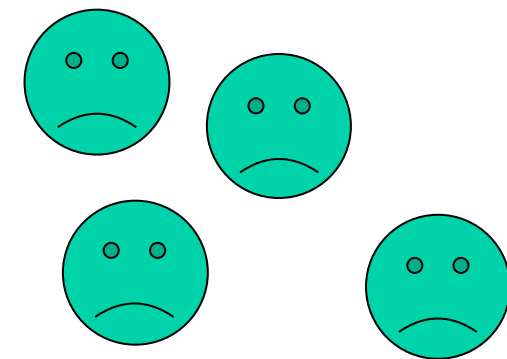
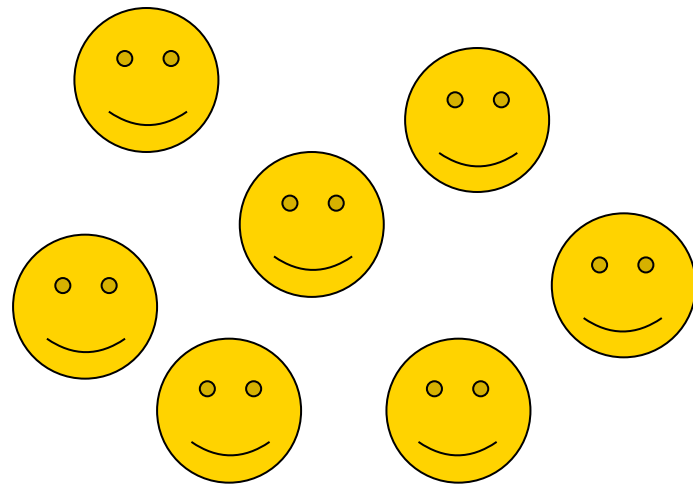
Forschung

Epidemiologische Studien

Kohortenstudien



Fallkontrollstudien



Epidemiologische Studien

⇒ Nachteile und Probleme:

- keine Ursachenforschung
- falsche Kontrollgruppe
- Expositionsbestimmung
Expositionsmaß
- kleine Fallzahlen

Wahrscheinlichkeiten

Magnetfeld + Krebs

➔ Wertheimer/Leeper (1979)

- ◆ 344 an Krebs gestorbene Kinder
- ◆ Exposition: Verkabelungscode
- ◆ signifikante Risikofaktoren

➔ Feychting/Ahlbom (1993)

- ◆ alle schwedischen Hochspannungsanlieger zwischen 1960 und 1985
- ◆ Exposition: „historische“ Daten
- ◆ Leukämierisiko für Kinder

Epidemiologische Studien

➡ Zusammenfassende Studien (gepoolt)

◆ UKCCS (USA 1999): 12 Studien

	< 0,1 μT	0,1 – 0,2 μT	0,2 – 0,3 μT	> 0,3 μT
Fälle	2145	318	94	99
Kontrollen	6275	529	141	130
Odds Ratio		1,01 (0,84 – 1,21)	1,06 (0,78 – 1,44)	1,68 (1,23 – 2,31)

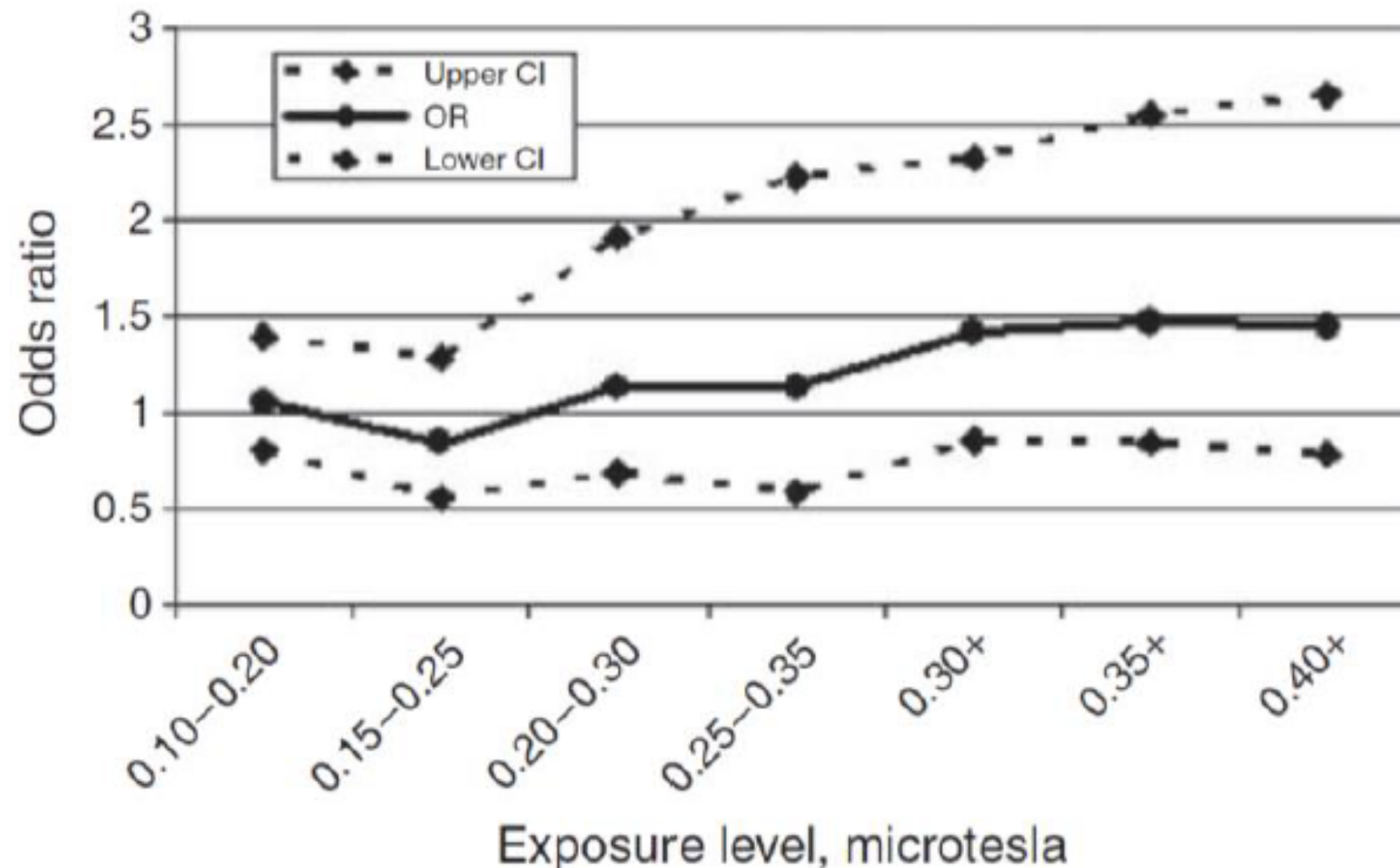
◆ Ahlboom (Schweden 2000): 9 Studien

Erfassung	0,1 – 0,2 μT	0,2 – 0,4 μT	> 0,4 μT
Gemessen	1,05 (0,86-1,28)	1,15 (0,85-1,54)	1,87 (1,10-3,18)
Berechnet	1,58 (0,77-3,25)	0,79 (0,27-2,28)	2,13 (0,93-4,88)
Gesamt	1,08 (0,89-1,31)	1,11 (0,84-1,47)	2,00 (1,27-3,13)

Epidemiologische Studien

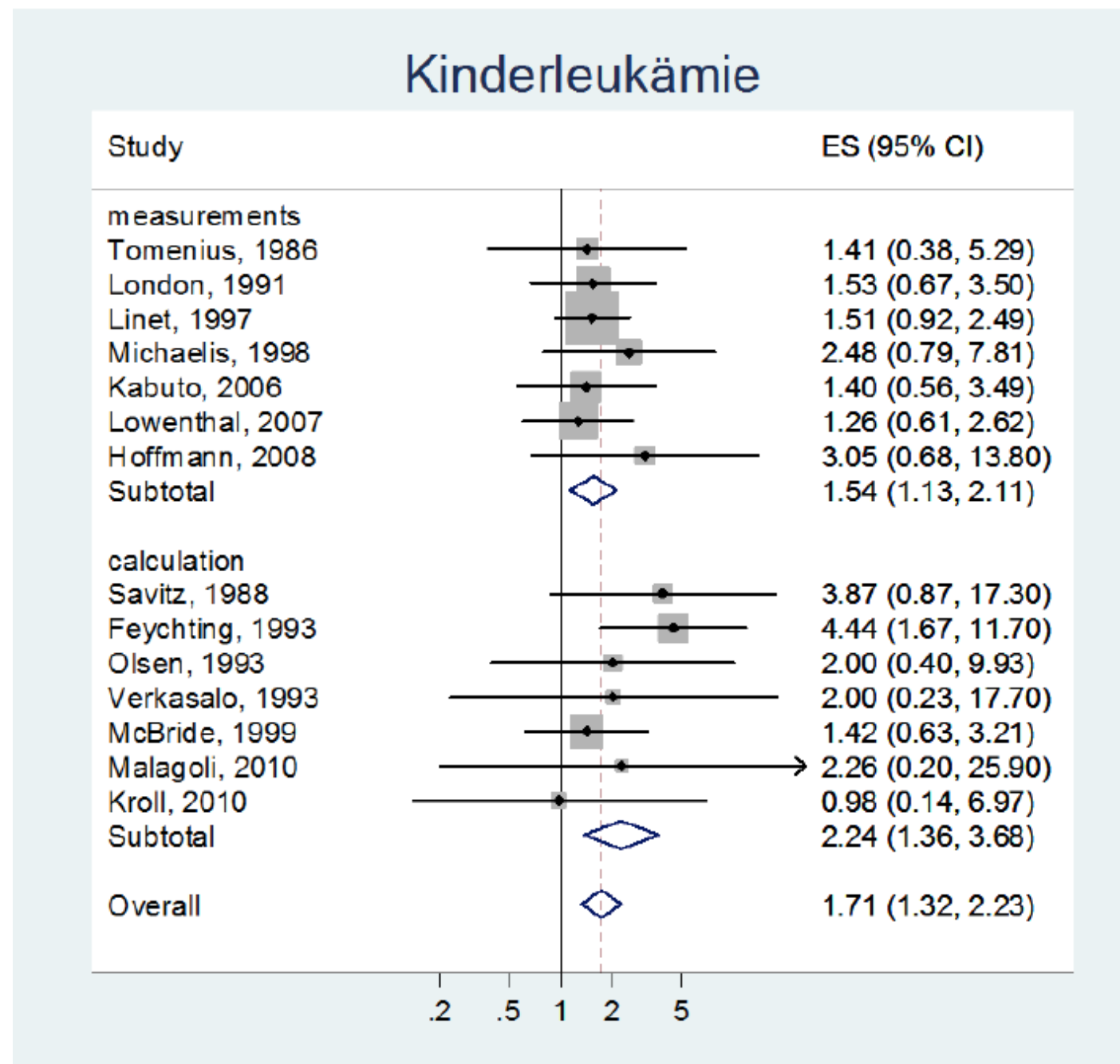
- ➔ International Agency for Research on Cancer (IARC, 2001):
niederfrequente magnetische Felder sind „possibly carcinogenic to humans“
- ➔ Statische Felder, elektrische Felder:
„not classifiable as to their carcinogenicity to humans“

kindliche Leukämie Übersicht



Risikoschätzer (korrigiert nach Geschlecht, Alter und sozioökonomischem Status) zu kindlicher Leukämie aus der gepoolten Analyse von (Kheifets, Ahlbom et al. 2010). Referenzniveau: $< 0.1 \mu\text{T}$

kindliche Leukämie Übersicht



aus: BFE Literaturmonitoring 2015

Rolle der Statistik

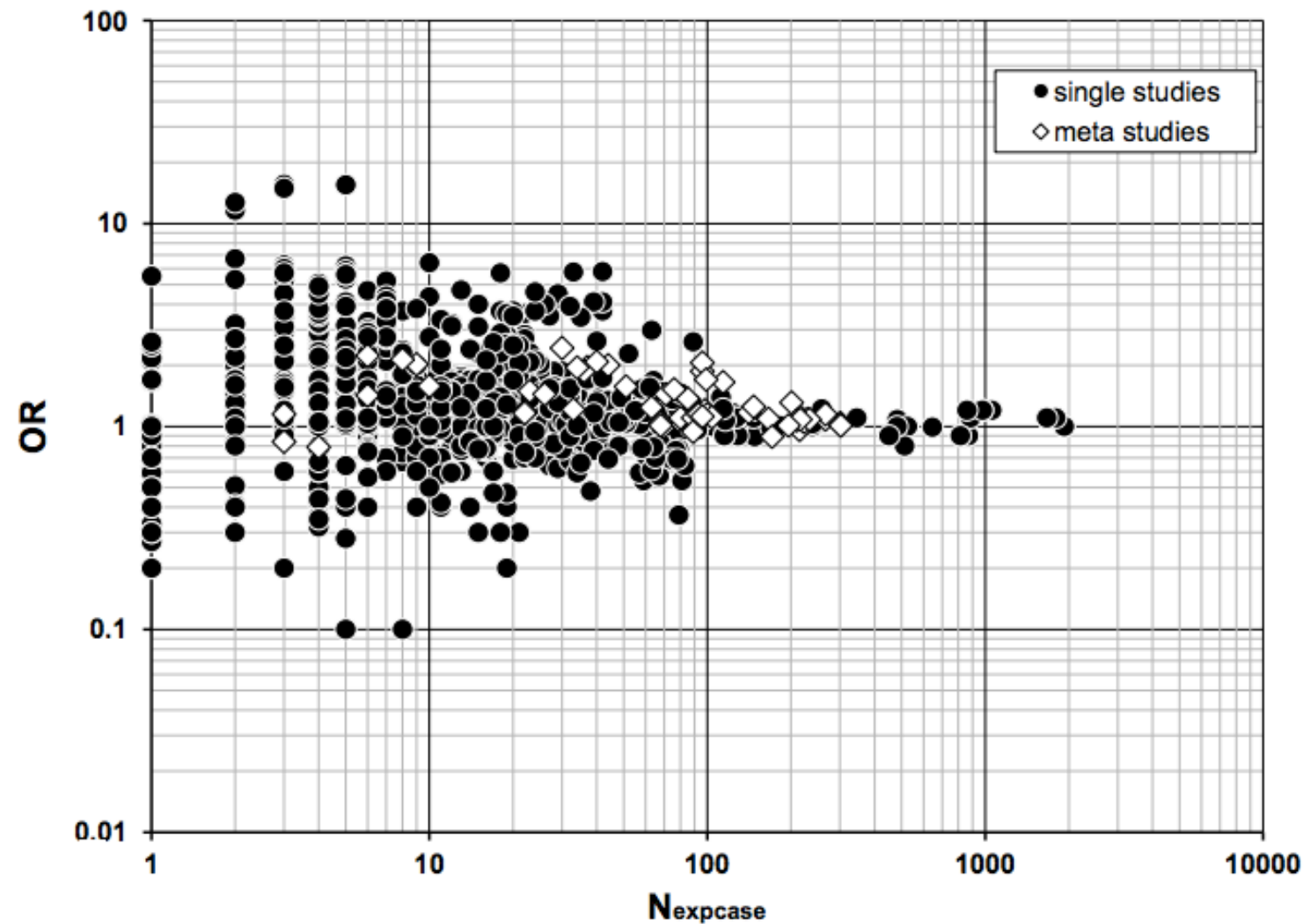


Figure 1. All reported odds ratios (OR) of 42 epidemiological studies on childhood leukemia and ELF magnetic field exposure in dependence on the associated number of exposed cases N_{exp} .

Q: Leitgeb, N. (2015) Synoptic Analysis Clarifies Childhood Leukemia Risk from ELF Magnetic Field Exposure. Journal of Electromagnetic Analysis and Applications, 7, 245-258. <http://dx.doi.org/10.4236/jemaa.2015.710026>

Leukämie Hypothese

⇒ Sozioökonomischer Status ?



⇒ Kriechströme ?



kindliche Leukämie Übersicht

„Although many epidemiologic studies have examined a variety of environmental exposures, ionizing radiation remains the only generally accepted environmental risk factor for childhood leukemia. Among suspected risk factors, infections, exposure to pesticides, and extremely low frequency magnetic fields are notable.“

Mezei, Sudan et al. 2014



Computermonitore

→ TCO 99:

- ◆ Ergonomie
- ◆ Emissionen
- ◆ Ökologie



Für elektrische Felder

Frequenzbereich	Die TCO Werte
-----------------	---------------

5 Hz bis 2 kHz	< 50 V/m 30 und 50 cm vor der Vorderseite
----------------	---

2 kHz bis 400 kHz	< 1,1 V/m 30 cm vor der Vorderseite und 50 cm im Umkreis
-------------------	--

Für magnetische Felder

Frequenzbereich	Die TCO Werte
-----------------	---------------

5 Hz bis 2 kHz	< 20 nT 30 cm vor der Vorderseite und 50 cm im Umkreis
----------------	--

2 kHz bis 400 kHz	< 26 nT 50 cm im Umkreis
-------------------	--------------------------



Hochfrequente Felder

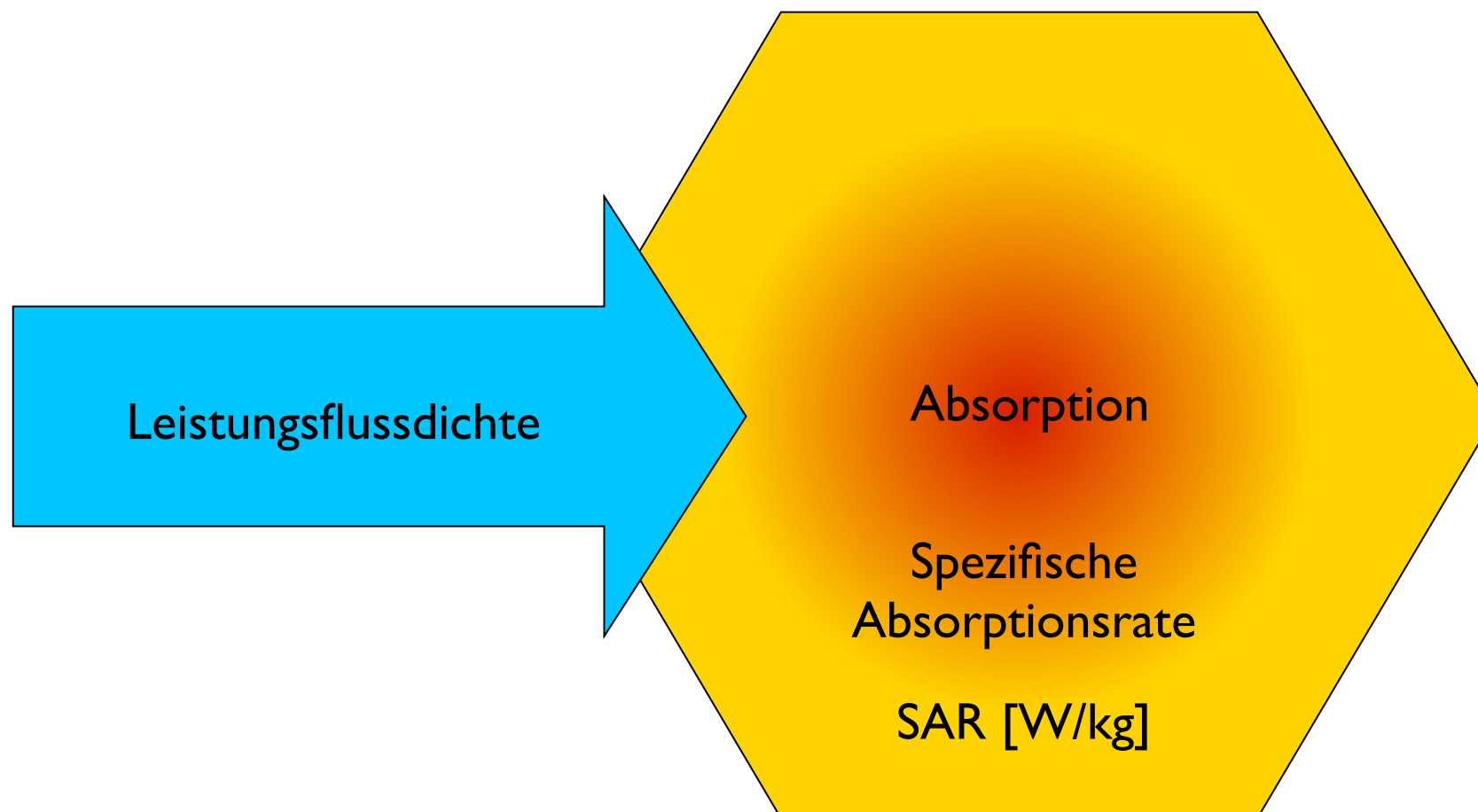


- ⇒ Rundfunk
- ⇒ Fernsehen
- ⇒ Mobilfunk
- ⇒ Radar
- ⇒ Mikrowellengerät

„....alles was strahlt....“

Thermische Wirkungen

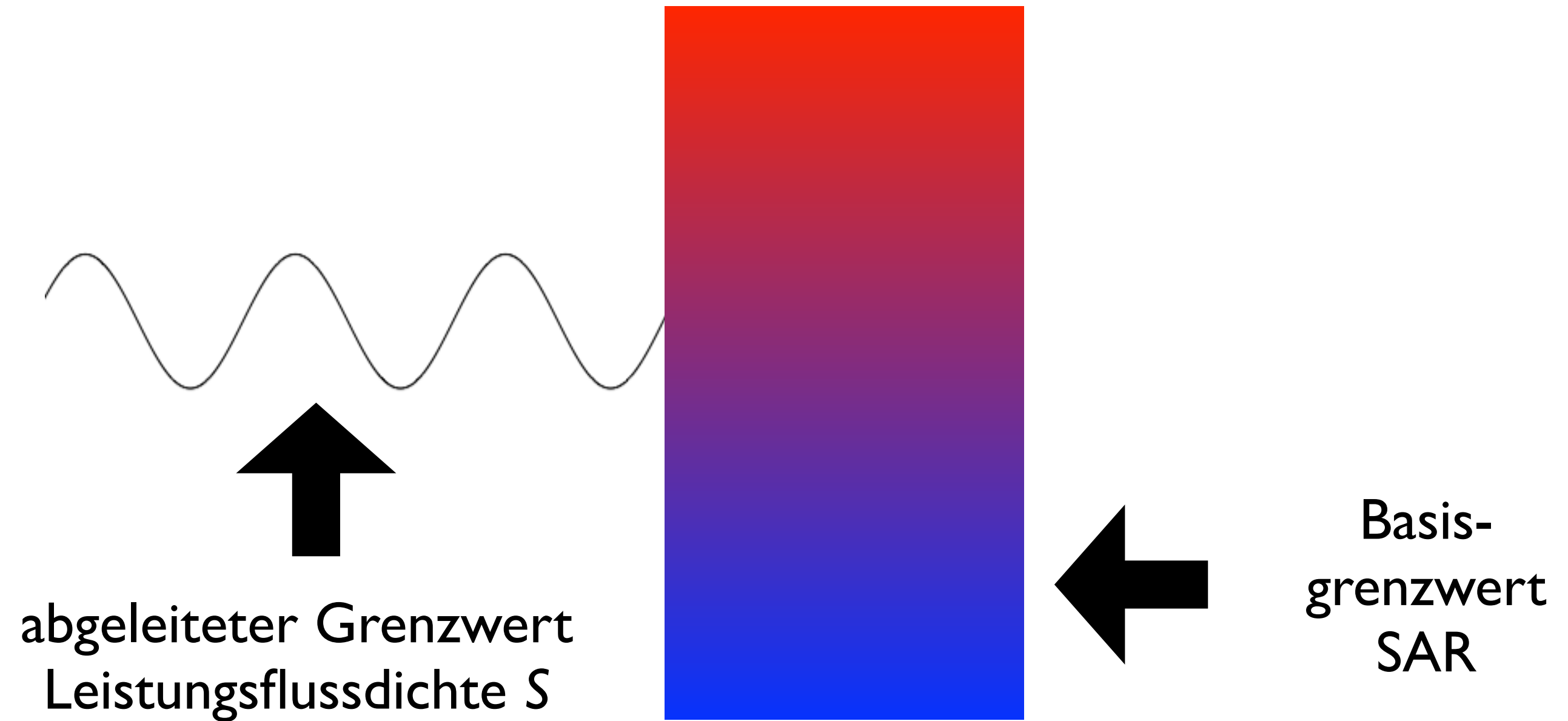
→ Temperaturerhöhung durch Absorption



SAR

Vorkommen	Größenordnung	Relation zum Schwellenwert	Temperaturanstieg (nach 30 min.) bis zu	besondere Regulationsmechanismen
Sport, Spitzenwert	20 W/kg	5 = 500%	> 1 °C	Schwitzen, Abstrahlung
Grundumsatz	1 W/kg	0,25 = 25%	nein	nein
starkes HF-Feld	4 W/kg	1 = 100%	1 °C	Abtransport über Blut, Konvektion
HF, Basisgrenzwert berufl.	0,4 W/kg	0,1 = 10%	0,1 °C	nein
HF, Basisgrenzwert Bevölk.	0,08 W/kg	0,02 = 2%	nein	nein

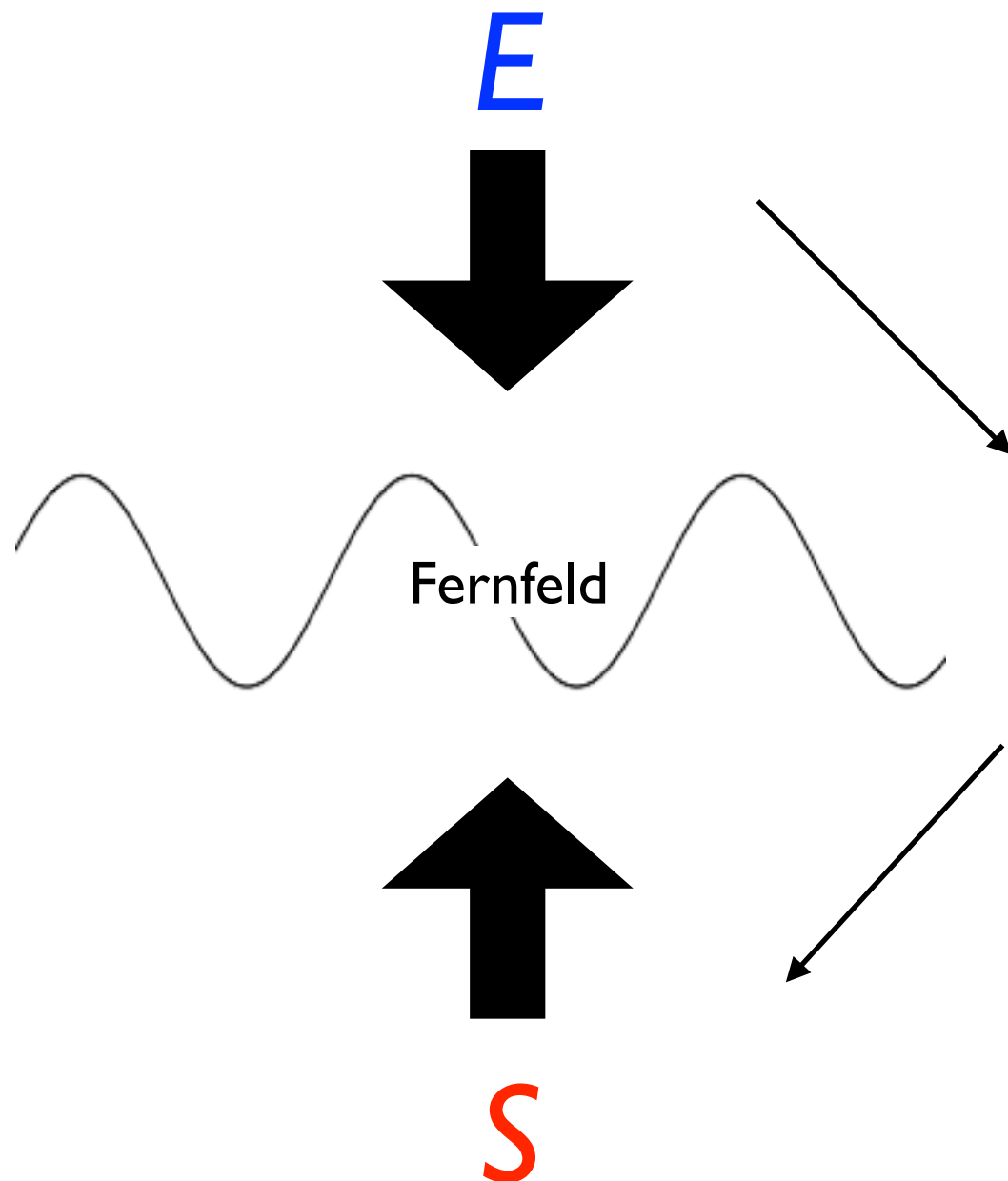
Thermische Belastung



Grenzwerte Hochfrequenz

- ⇒ nur thermische Wirkung berücksichtigt
- ⇒ Körper soll durch zusätzliche Erwärmung nicht beansprucht werden
- ⇒ Temperaturerhöhung $< 1\text{ }^{\circ}\text{C}$
- ⇒ Sicherheitsfaktor
- ⇒ Basisgrenzwerte für verschiedene Frequenzbereiche: SAR-Wert
- ⇒ Abgeleitet: Leistungsflussdichte

E oder S



$$\begin{array}{ccccc} \cdot 2 & \cdot 4 & \cdot 10 \\ | & | & | \\ S = E \cdot H = E^2 / Z \\ | & | & | \\ \cdot 4 & \cdot 16 & \cdot 100 \end{array}$$

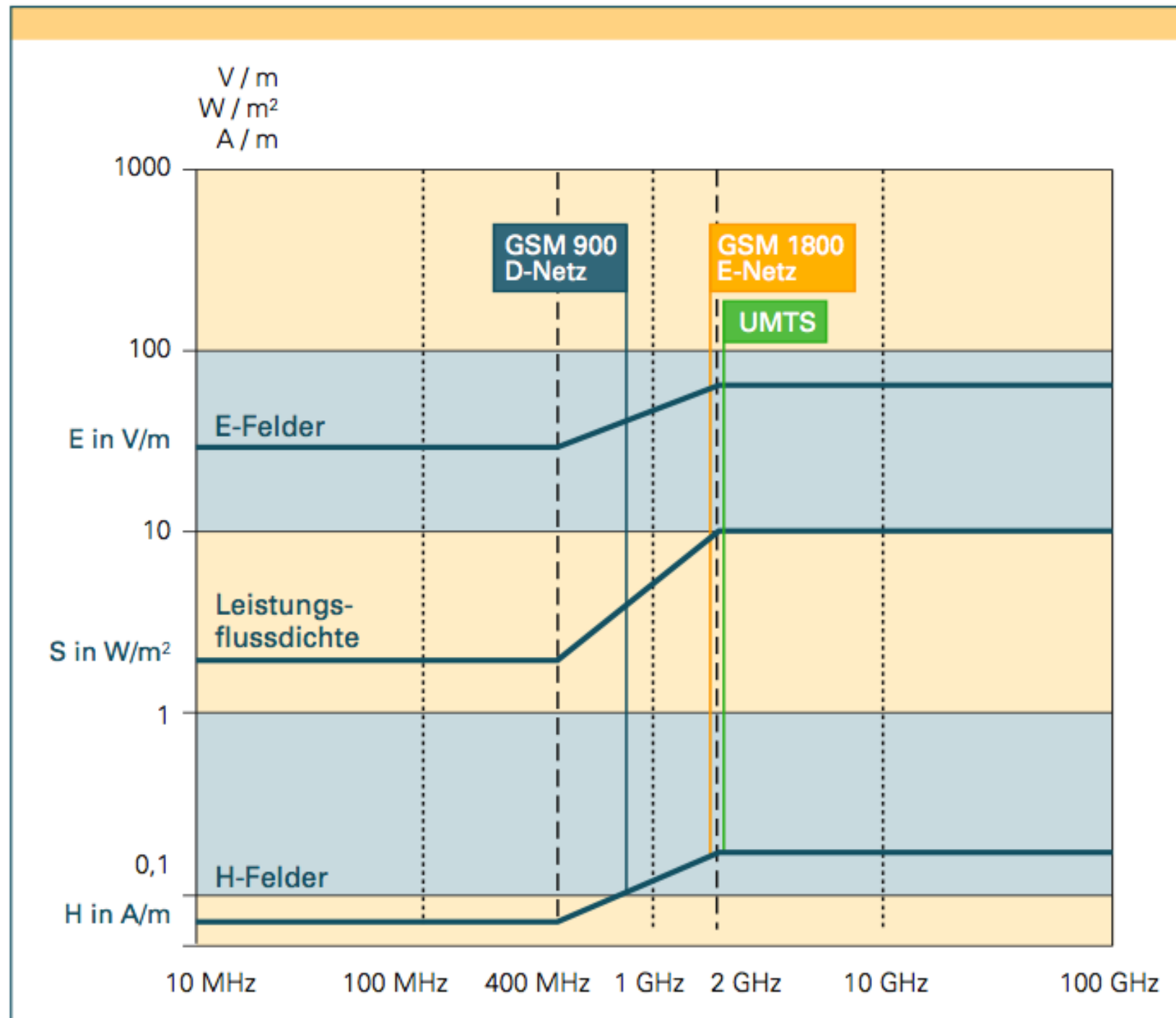
Grenzwerte Mobilfunk

DECT

	Elektrische Feldstärke	mittlere Leistungs- flussdichte
GSM-900	41 V/m	4,5 W/m ²
GSM-1800	58 V/m	9 W/m ²
UMTS	61 V/m	10 W/m ²

Ab- stand	elektr. Feldstärke
0,5 m	0,7 - 4,9 V/m
1,5 m	0,2 - 1,6 V/m
3 m	0,1 - 0,8 V/m
7 m	0,05 - 0,4 V/m

Grenzwerte Hochfrequenz



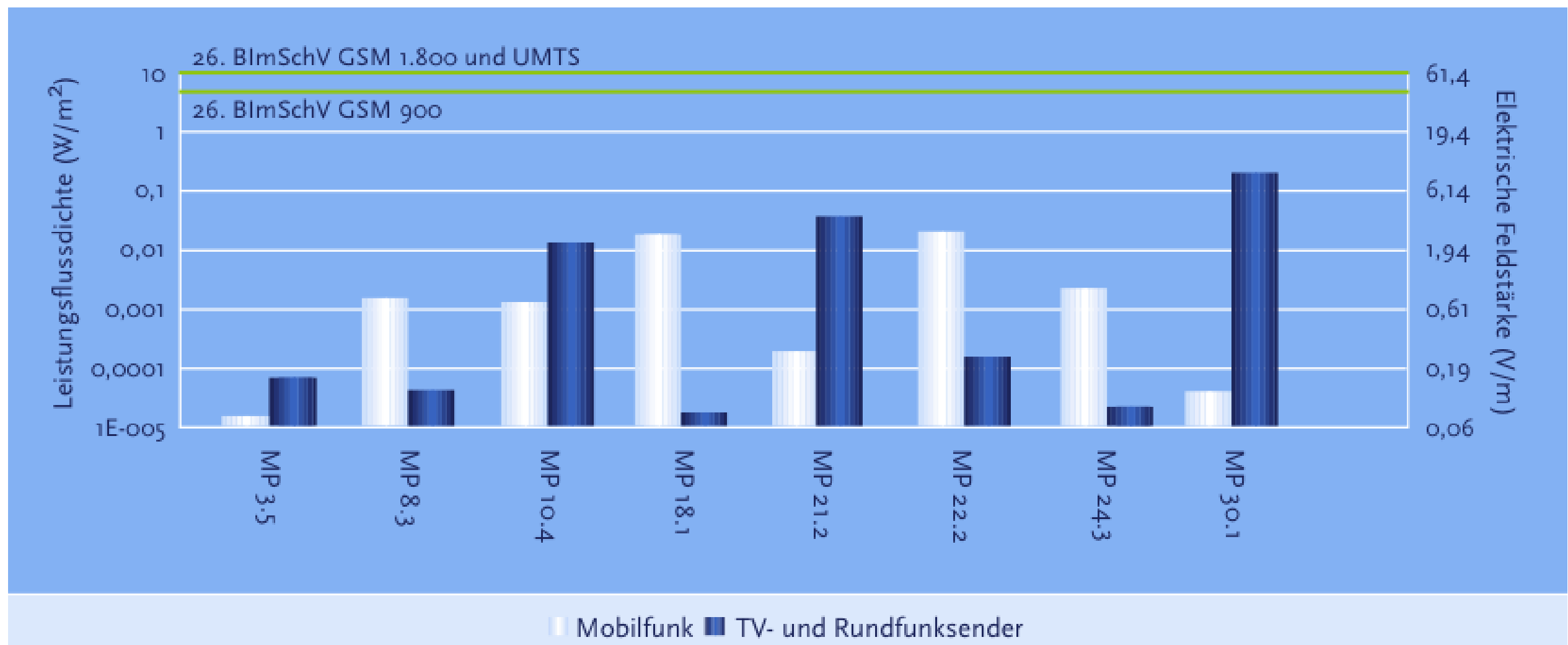
Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt



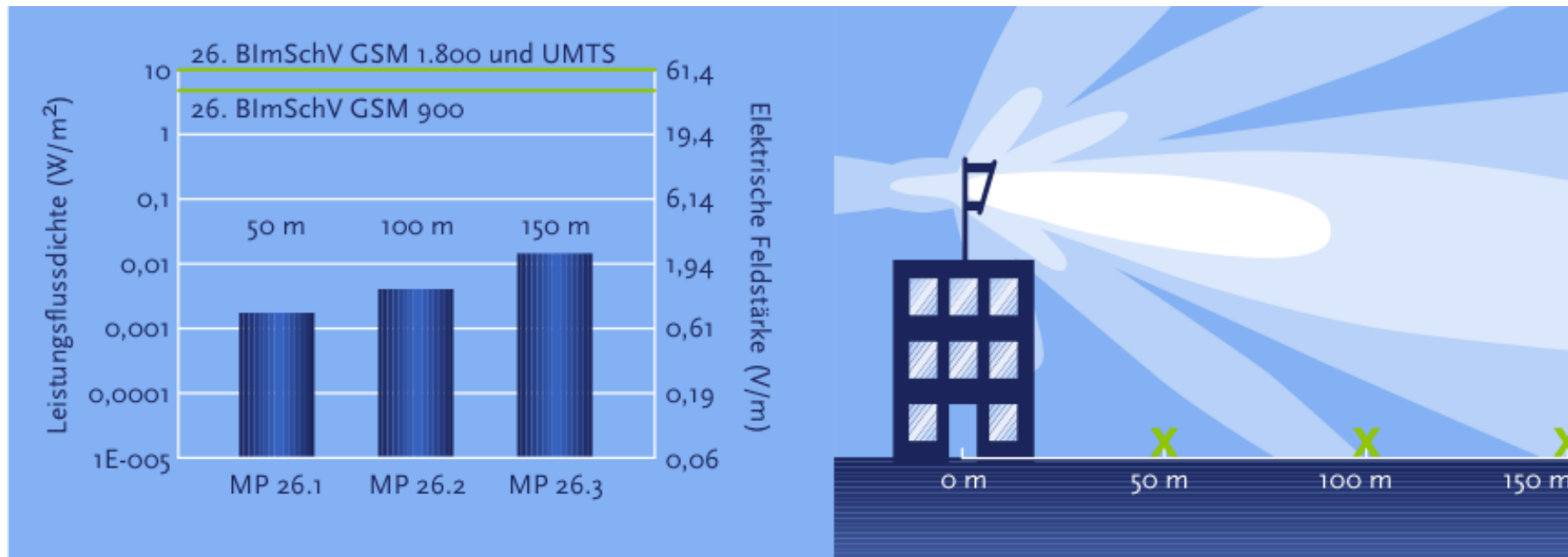
Hochfrequenzfelder

Verschiedene Quellen

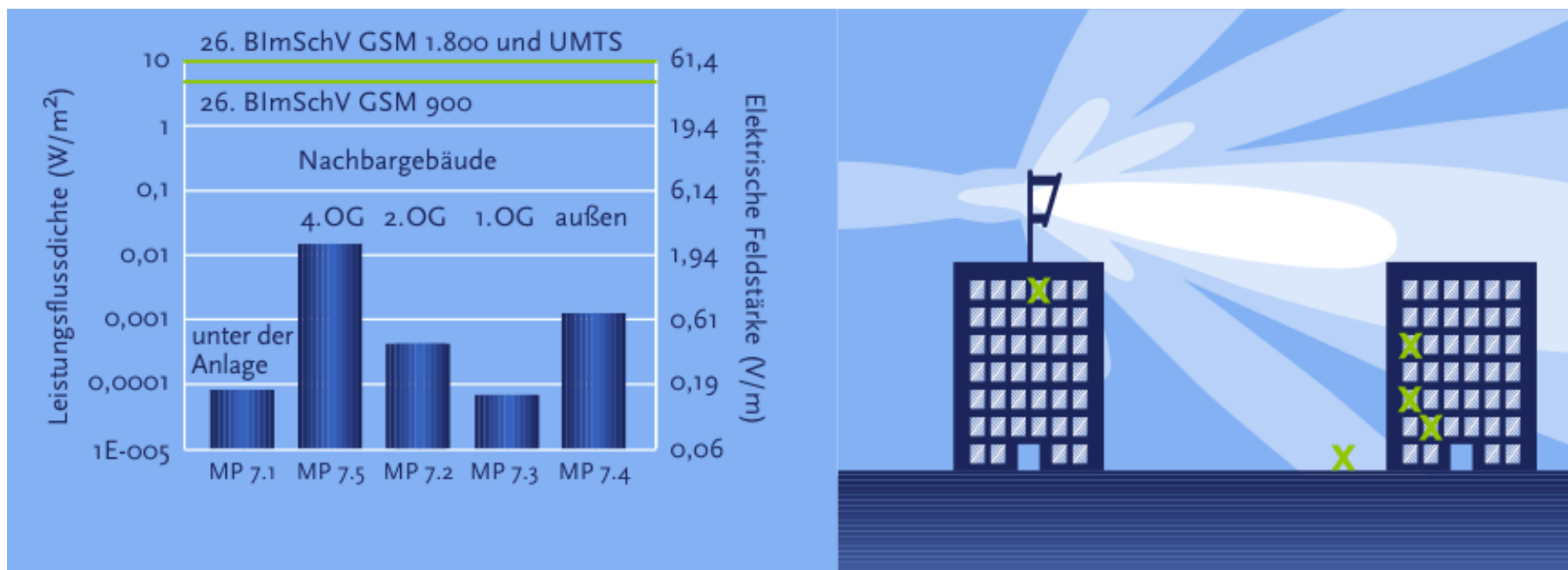
Mobilfunk und andere Quellen



Nähe?



Beispiel Kassel: Immissionen an 3 Außenmesspunkten in einer Linie



Beispiel Heppenheim: Immissionen an 1 Messpunkt unterhalb der Anlage, 1 Außenmesspunkt, 3 Messpunkten im Nachbargebäude

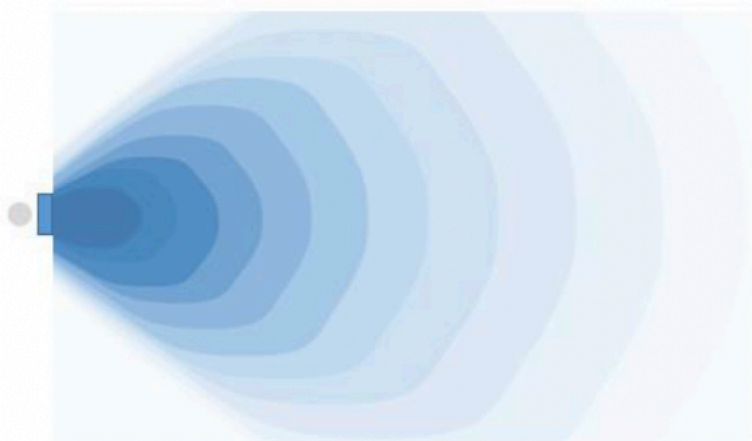
5G

herkömmliche Antenne ohne Beamforming

Ansicht von der Seite

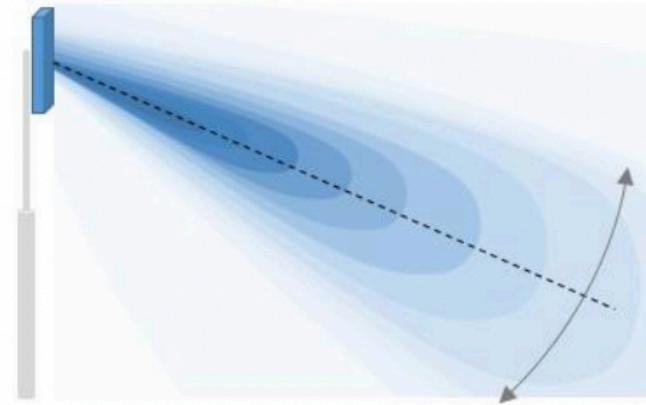


Ansicht von oben

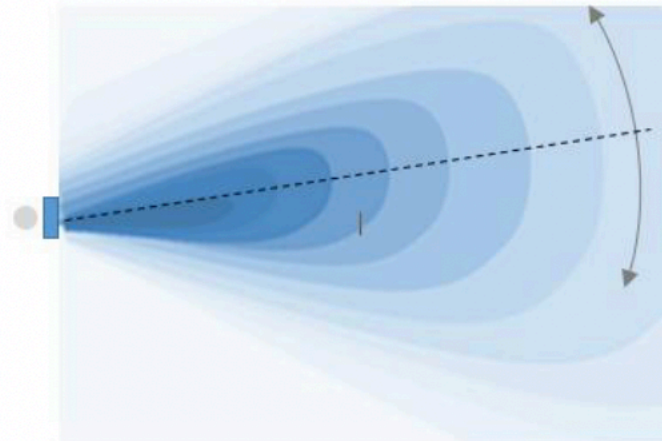


Beamforming mit einem Beam

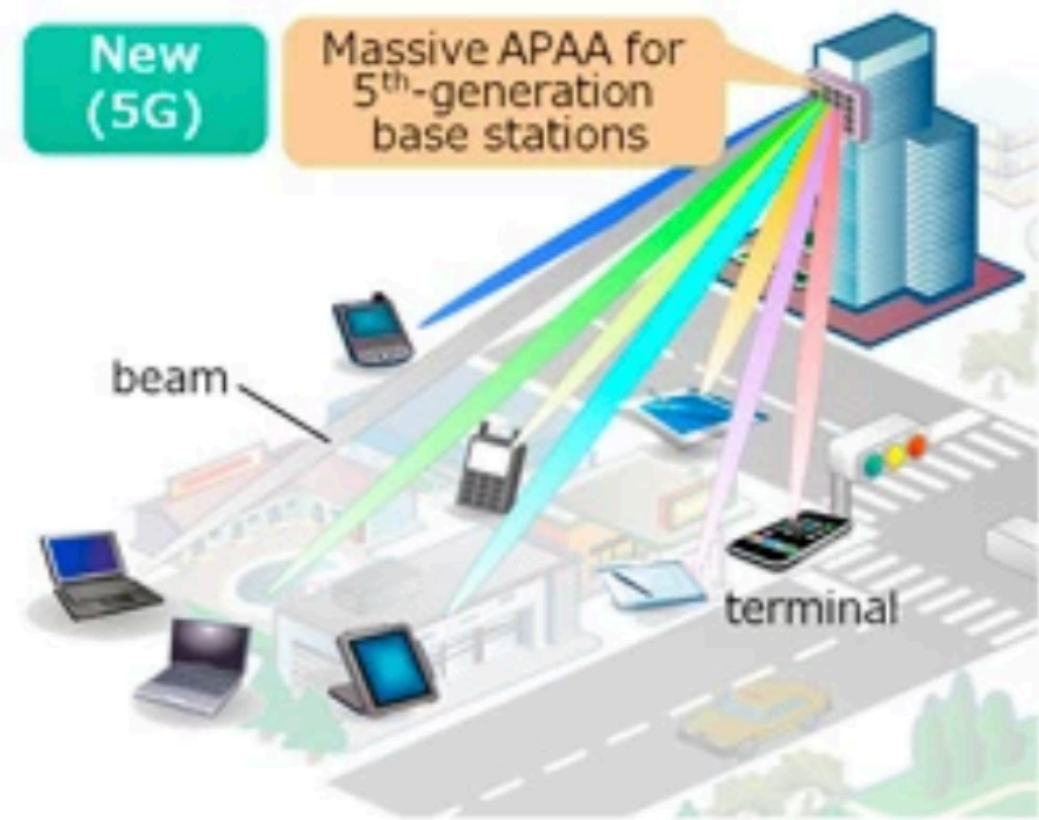
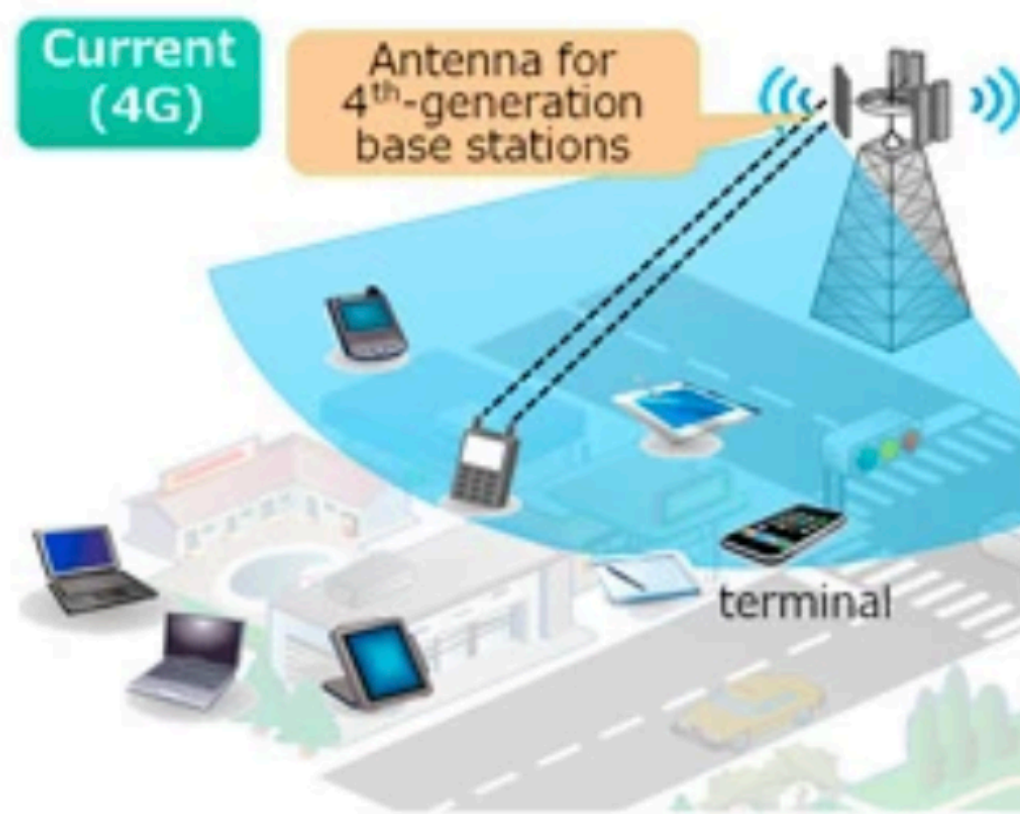
Ansicht von der Seite



Ansicht von oben

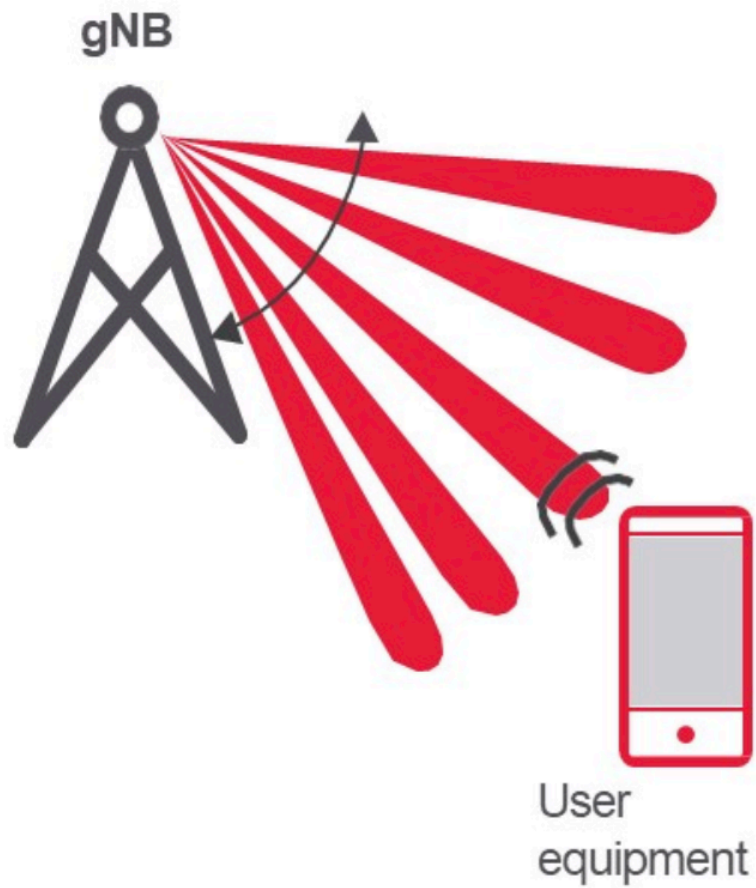


5G

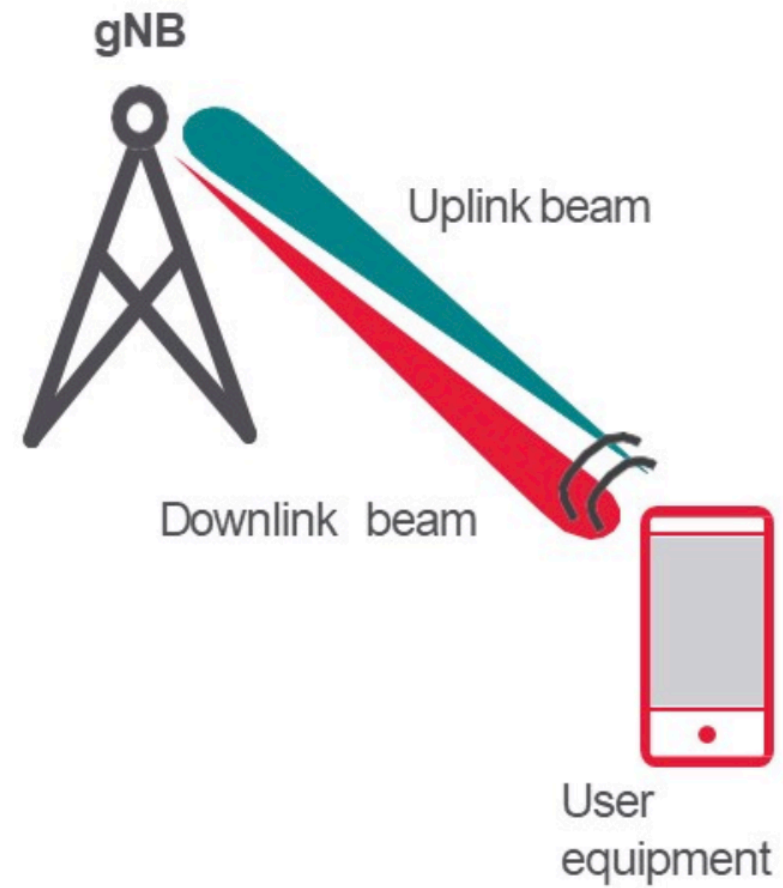


5G

Synchronization and
broadcast signals
(beam sweeping)



Beam acquisition for
user equipment



Herzschrittmacher

- ➔ Können durch NF- und HF-Felder gestört werden
- ➔ NF: Starke und ausgedehnte Quellen notwendig
- ➔ Kritisch: Zuleitung Schrittmacher-Elektrode
- ➔ Gefahrbereiche:

Einrichtung/Gerät	Abstand zum Implantat	Lage
380-kV-Freileitung	< 30 m	Im Freien unter der Freileitung
Motorgetriebene Geräte (Bohrmaschine, Staubsauger usw.)	Wenige cm	Am Körper im Bereich des Implantates
Artikelsicherungsanlagen	Einige cm bis m	Ein- und Ausgänge von Warenhäusern, Bibliotheken
Handys	< 15 cm	Am Körper im Bereich des Implantates





Hochfrequenz



- ➡ Gibt es **a**thermische Wirkungen?
- ➡ Gibt es eine besondere Wirkung gepulster Felder?
- ➡ Gibt es eine Gesundheitsgefährdung?

Studien, Studien, Studien ...

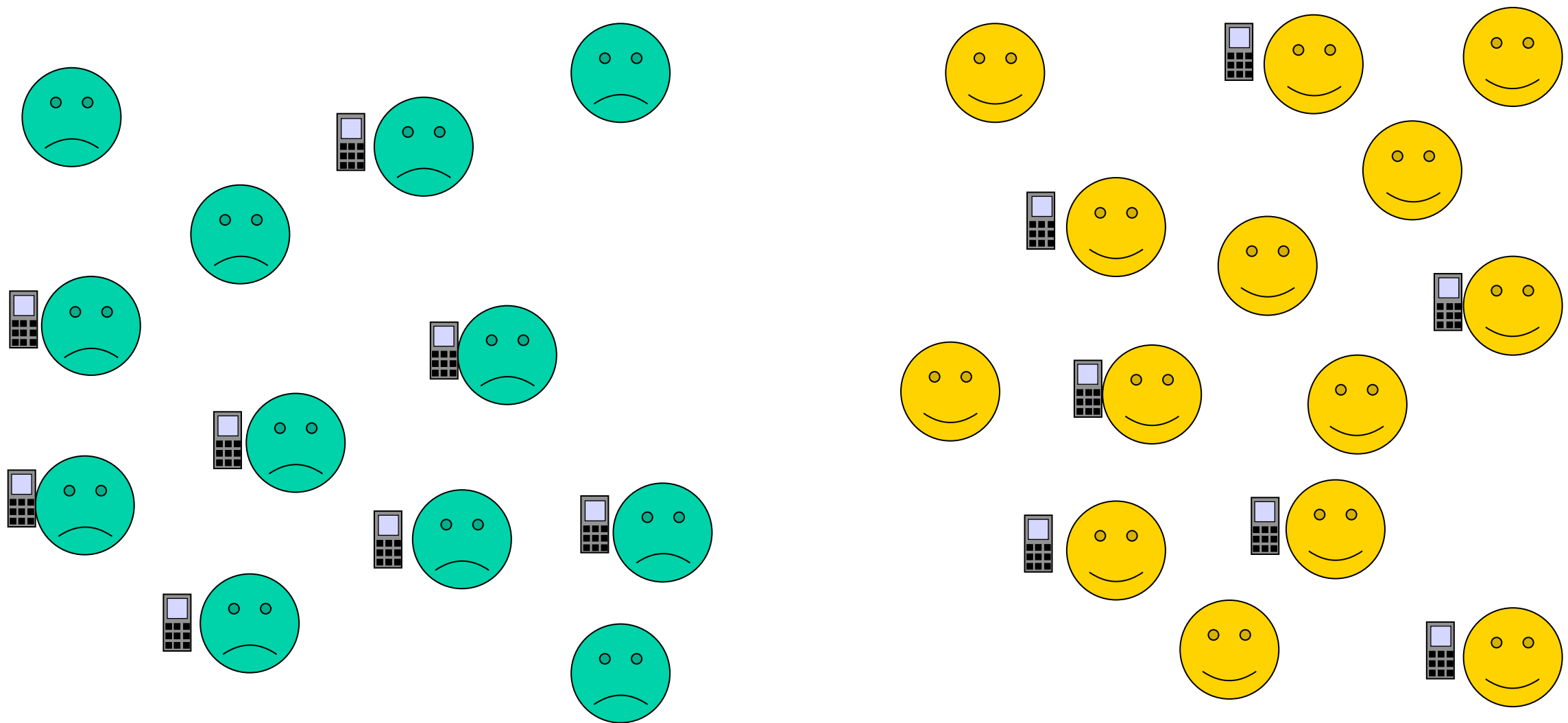
Tierexperimente

- ➔ Mäusestudie Repacholi (1997):
Mobilfunkstrahlung (900 MHz) verdoppelt Krebsrate
- ➔ Wiederholung Utteridge et al. (2002):
„Bei keiner Strahlungsstärke gab es einen signifikanten Unterschied in der Blutkrebsrate zwischen den der Strahlung ausgesetzten Mäusen und der Kontrollgruppe.“

Tierexperimente

- ➔ Keine Bestätigung der Beeinflussung der Bluthirnschranke (Replikation der „Salford-Experimente”: McQuade 2005; Shirai 2005 und Masuda 2005; auch nicht im In-vitro-Modell: Franke 2004, 2005)
- ➔ Keine Erhöhung der Lymphomrate bei transgenen Mäusen bei UMTS Exposition (Sommer 2004, 2005)
- ➔ Kein Effekt auf das Immunsystem (Antikörper, Immunzellen) bei 900 MHz (Nasta 2005)

Epidemiologische Studien



Epidemiologie – Interphone

- ⇒ Interphone: Weltweit größtes Forschungsprogramm zu Hirntumoren (WHO)
- ⇒ 20 beteiligte Arbeitsgruppen aus 13 Ländern
- ⇒ 6420 Patienten (2000–04)/7658 Gesunde (30–59) befragt
- ⇒ Gliom (gut- oder bösartiger Hirngewebstumor)
- ⇒ Meningeom (meist gutartiger Hirnhauttumor)
- ⇒ Akustikusneurinom (gutartiger Hörnervtumor)
- ⇒ Ohrspeicheldrüsenkrebs (überwiegend gutartig)

Epidemiologie – Interphone

- ➔ Gliom: Risiko bei Patienten, die das Mobiltelefon regelmäßig an der Kopfseite mit dem Tumor benutzten, tendenziell höher als bei Patienten, die auf der gegenüberliegenden Seite telefonierten
- ➔ Insgesamt: **kein erhöhtes Tumorrisiko** durch den Gebrauch von Mobiltelefonen

Epidemiologie – Interphone

- ⇒ Kritik
- ⇒ Erinnerungsfehler („recall bias“)
- ⇒ rasante Steigerung der Intensität der Mobiltelefonnutzung nicht berücksichtigt
- ⇒ DECT-Telefone unberücksichtigt
- ⇒ 12 Jahren Beobachtungszeitraum → keine Langzeitwirkungen
- ⇒ Alter > 30 Jahre

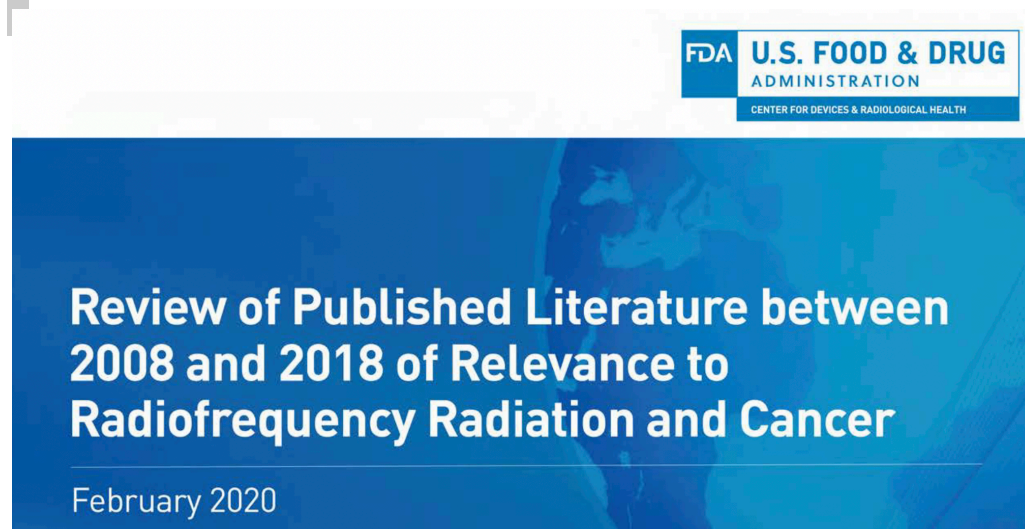
Epidemiologie – Interphone

➔ Süddeutsche Zeitung 30.1.07, Seite 1:
„Handys können Krebs auslösen!“

➔ BILD:

KREBS-ANGST

Expertenberichte - Epidemiologie



2022:16 Recent Research on EMF and Health Risk

Sixteenth report from SSM's Scientific Council on Electromagnetic Fields, 2021

Bericht Mobilfunk und Strahlung

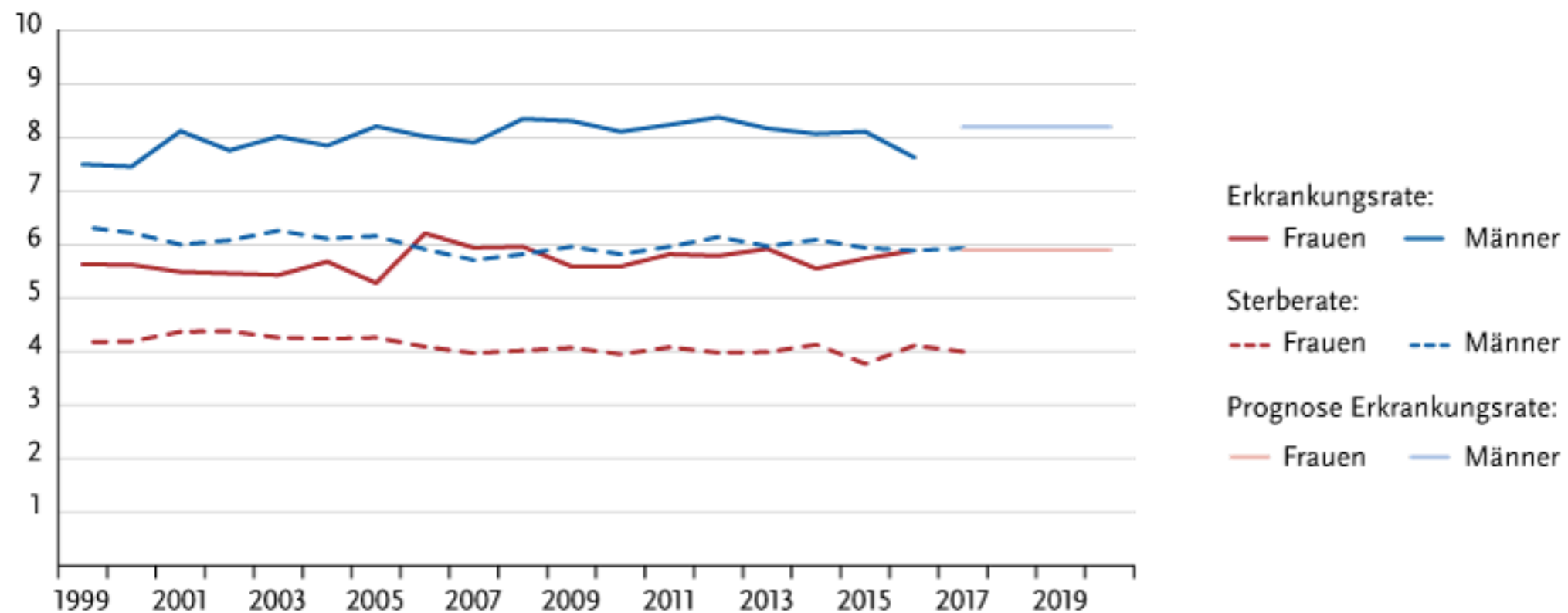
Herausgegeben von der Arbeitsgruppe Mobilfunk und Strahlung
im Auftrag des UVEK

18. November 2019

**keine Evidenz
keine neuen Hinweise**

Krebsstatistik

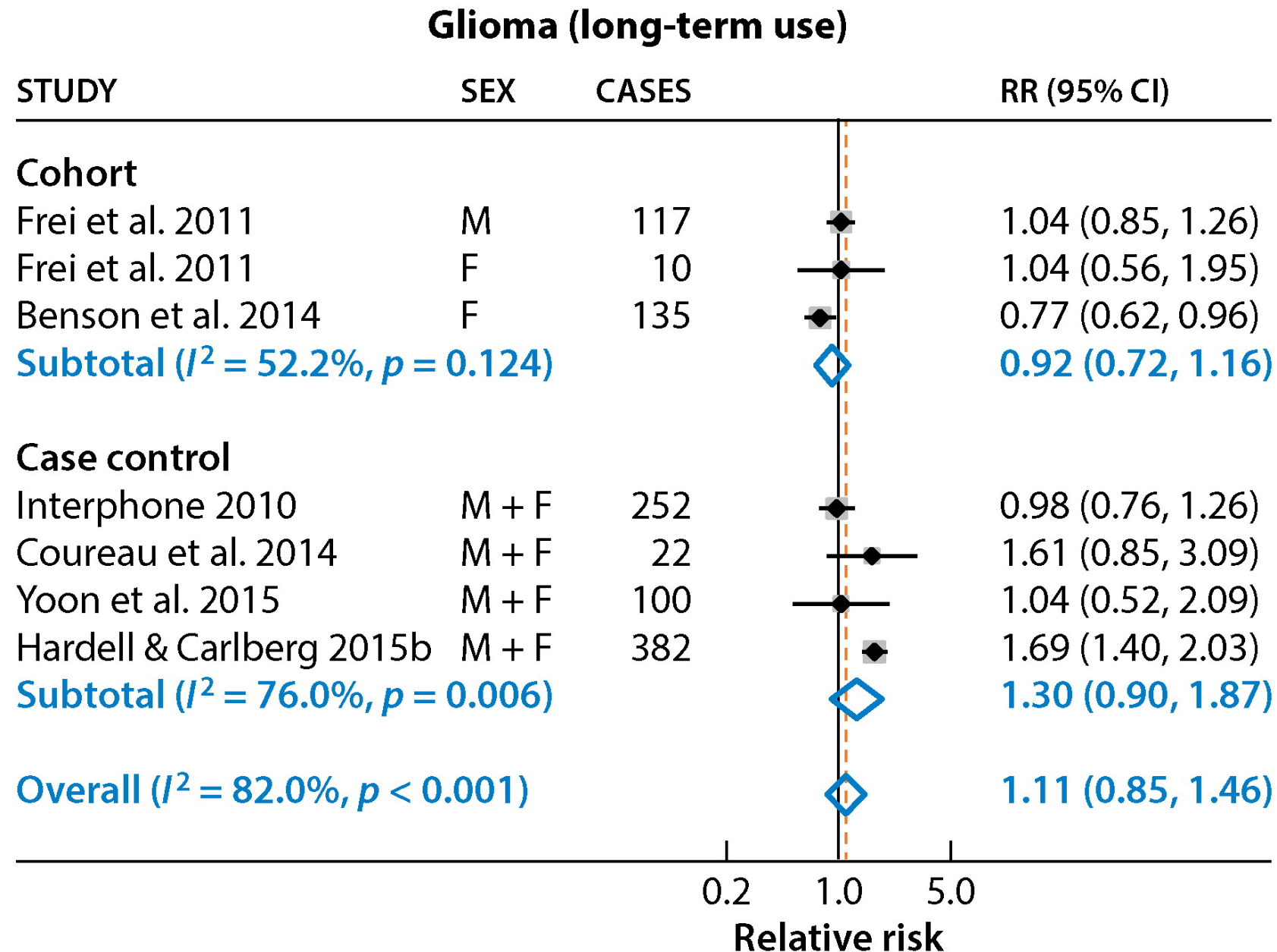
Altersstandardisierte Erkrankungs- und Sterberaten nach Geschlecht, ICD-10 C70 – C72, Deutschland 1999 – 2016/2017, Prognose (Inzidenz) bis 2020
je 100.000 (alter Europastandard)



© Zentrum für Krebsregisterdaten im Robert Koch-Institut

https://www.krebsdaten.de/Krebs/DE/Content/Krebsarten/Zentrales_Nervensystem/krebs_zentrales_nervensystem_node.html

Metaanalyse Rööslä et al



NTP (2016–2018)



bioRxiv
beta
THE PREPRINT SERVER FOR BIOLOGY

[HOME](#) | [ABOUT](#) | [SUBMIT](#) | [ALERTS / RSS](#)

Search



[Advanced Search](#)

New Results

Report of Partial findings from the National Toxicology Program Carcinogenesis Studies of Cell Phone Radiofrequency Radiation in Hsd: Sprague Dawley® SD rats (Whole Body Exposure)

Michael Wyde, Mark Cesta, Chad Blystone, Susan Elmore, Paul Foster, Michelle Hooth, Grace Kissling, David Malarkey, Robert Sills, Matthew Stout,  Nigel Walker, Kristine Witt, Mary Wolfe, John Bucher

doi: <http://dx.doi.org/10.1101/055699>

This article is a preprint and has not been peer-reviewed [what does this mean?].

Abstract

[Info/History](#)

[Metrics](#)

 [Preview PDF](#)

Abstract

The US National Toxicology Program (NTP) has carried out extensive rodent toxicology and carcinogenesis studies of radiofrequency radiation (RFR) at frequencies and modulations used in the US telecommunications industry. This report presents partial

 [Previous](#)

Posted May 26, 2016.

 [Download PDF](#)

 [Email](#)

 [Share](#)

 [Citation Tools](#)

 [Tweet](#)

 [Gefällt mir](#) {1}

 [G+1](#) 18

Subject Area

Cancer Biology

Subject Areas

[All Articles](#)

NTP (2016–2018)



HOME | ABOUT | SUBMIT | ALERTS / RSS

25 Mio Dollar



New Results

Report of Partial Findings from the National Toxicology Program
Studies of Cell Phone Radiofrequency Radiation in Hsd: Sprague Dawley®
(Whole Body Exposure)

May 26, 2016.

Michael Wyde, Mark Cesta, Chad Blystone, Susan Limore, Paul Foster, Michelle Hooth, Grace Kissling, David Malarkey, Robert Sills, Matthew Stout, Nigel Walker, Kristine Witt, Mary Wolf, John Bucher
doi: <http://dx.doi.org/10.1101/055699>

This article is a preprint and has not been peer-reviewed. What does this mean?]

Abstract

Info/History Metrics

Preview PDF

Download PDF

Share

Citation Tools

Gefällt mir 1

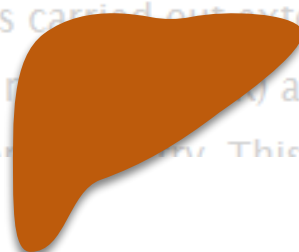
G+1 18

GSM CDMA

1.5 W/kg*

3 W/kg

6 W/kg



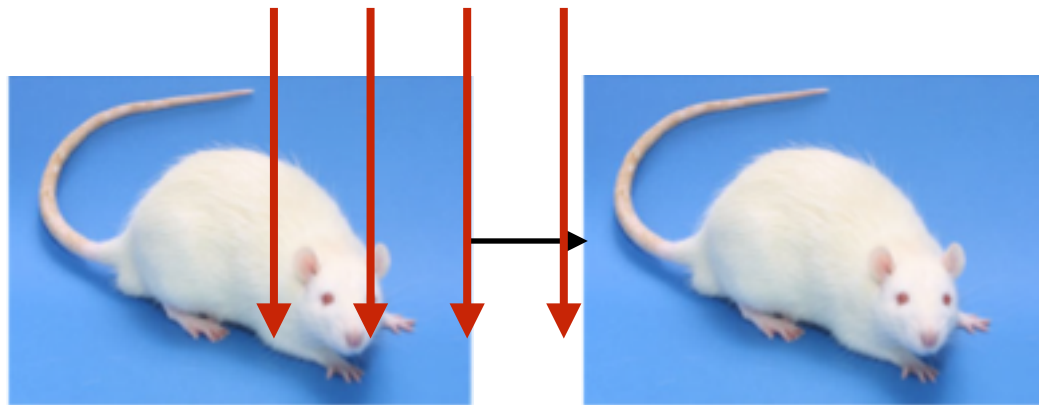
...

*0,08 W/kg Ganzkörpergrenzwert

NTP (2016–2018)

5 Tage nach Befruchtung

Mutter



2 Jahre



18 Stunden pro Tag, 10-min-Intervalle

NTP (2016–2018)

Schwannoma

Table 5. Incidence of schwannomas in male Hsd:Sprague Dawley® SD® (Harlan) rats exposed to GSM- or CDMA-modulated RFR[§]

	Control	GSM			CDMA		
	0	1.5	3	6	1.5	3	6
	W/kg	W/kg	W/kg	W/kg	W/kg	W/kg	W/kg
Number examined	90	90	90	90	90	90	90
Heart [†]	0 [*]	2 (2.2%)	1 (1.1%)	5 (5.5%)	2 (2.2%)	3 (3.3%)	6 (6.6%) ^{**}
Other sites [†]	3 (3.3%)	1 (1.1%)	4 (4.4%)	2 (2.2%)	2 (2.2%)	1 (1.1%)	1 (1.1%)
All sites (total)	3 (3.3%)	3 (3.3%)	5 (5.5%)	7 (7.7%)	4 (4.4%)	4 (4.4%)	7 (7.7%)

[§] Data presented as number of animals per group with tumors (percentage of animals per group with tumors).

^{*} Significant SAR level-dependent trend for GSM and CDMA, poly 3 test ($p < 0.05$)

^{**} Significantly higher than controls, poly-3 test ($p < 0.05$)

[†] Historical control incidence in NTP studies: 9/699 (1.3%), range 0-6%

[†] Mediastinum, thymus, and fat

NTP (2016–2018)

Gehirntumore

	Control	GSM			CDMA		
	0	1.5	3	6	1.5	3	6
	W/kg	W/kg	W/kg	W/kg	W/kg	W/kg	W/kg
Number examined	90	90	90	90	90	90	90
Malignant glioma ^{†‡}	0 [*]	3 (3.3%)	3 (3.3%)	2 (2.2%)	0	0	3 (3.3%)
Glial cell hyperplasia	0	2 (2.2%)	3 (3.3%)	1 (1.1%)	2 (2.2%)	0	2 (2.2%)

[§] Data presented as number of animals per group with lesions (percentage of animals per group with lesions).

^{*} Significant SAR-dependent trend for CDMA exposures by poly-6 ($p < 0.05$). See appendix B

[†] Poly-6 survival adjusted rates for malignant gliomas were 0/53.48 in controls; GSM: 3/67.96 (4.4%), 3/72.10 (4.2%), and 2/72.65 (2.8%) in the 1.5, 3, and 6 W/kg groups, respectively; CDMA: 0/65.94, 0/73.08, and 3/57.49 (5.2%) for the 1.5, 3, and 6 W/kg groups, respectively.

[‡] Historical control incidence in NTP studies: 11/550 (2.0%), range 0-8%

NTP (2016–2018)

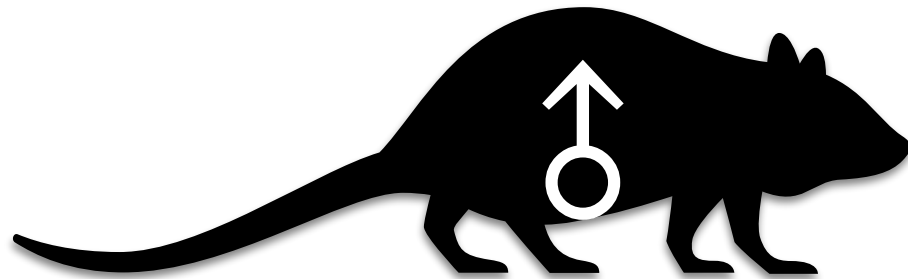
Kritik

- warum nur bei Männchen?
- warum kein Tumor bei nicht bestrahlten Tieren?
(historische Fallzahlen bei Kontrollen:
1.3 % (0–6%) Schwannome
2.0 % (0–8 %) Gliome
- Überlebensrate:
männliche unbestrahlte Tiere: 28 %
bestrahlte Tiere: 55 %



NTP (2016–2018)

Überlebensrate



1.5 W/kg*



3 W/kg



6 W/kg

25

45*

50*

60*

GSM

25

43*

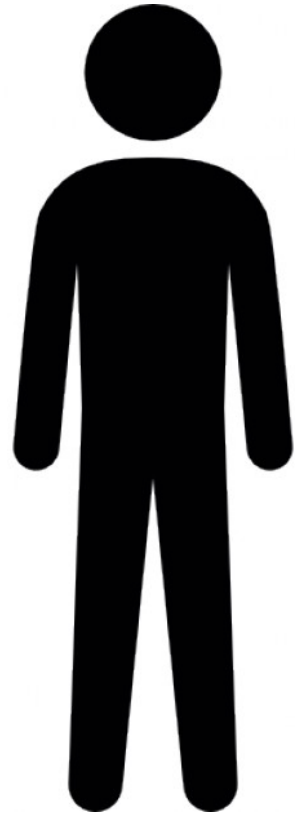
56*

43

CDMA

NTP (2016–2018)

Kritik



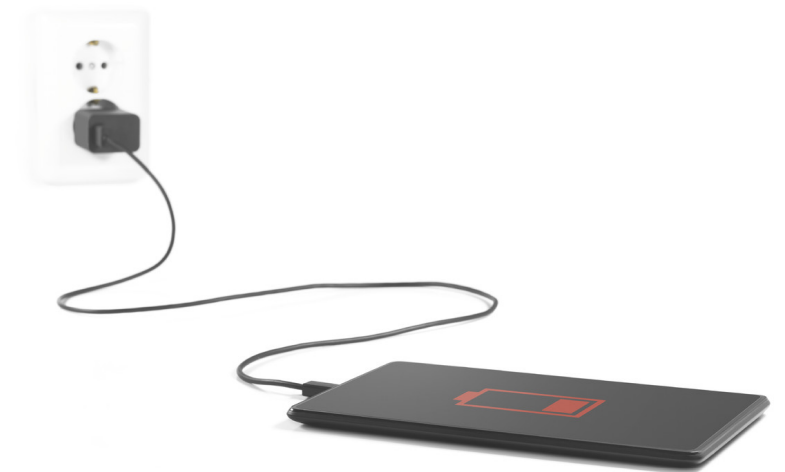
75 kg

1,5 W/kg Ganzkörper SAR

> 100 W



9 h:



100 Akkuladungen



NTP (2016–2018)

Kritik



29 kcal/Tag

34 Wh/Tag

122 kJ/Tag



50 %

Reduktion des Nahrungsmittelbedarfs?

NTP (2016–2018)

Problem Kontrollen

Kontrollgruppe: 0 Tumore

Zu erwarten:

Table S1. Expected percentage of observing different numbers of tumors in the controls based on binomial distribution.

	0 tumor	1 tumor	2 tumors	>2 tumors
control for glioma	40%	37%	17%	6%
control for heart schwannoma	43%	37%	15%	5%

NTP (2016–2018)

Problem Kontrollen

Annahme: Kontrollgruppe (männl.) | Schwannoma

0



1

statistisch
signifikant

statistisch
nicht signifikant

NTP (2016–2018)

Bewertung Autoren:

- ♦ eine **klare Evidenz** ("clear evidence") für das Auftreten von Herztumoren (maligne Schwannome) (GSM und CDMA-Modulation) in männlichen Ratten
- ♦ eine **mäßige Evidenz** ("some evidence") für das Auftreten von Hirntumoren (Gliome) (GSM- und CDMA-Modulation) und Erkrankungen des Nebennierenmarks (GSM-Modulation) in männlichen Ratten
- ♦ eine **fragwürdige, uneindeutige Evidenz** ("equivocal evidence") für einzelne neoplastische und nicht-neoplastische Veränderungen bei männlichen und weiblichen Ratten und Mäusen.



NTP (2016–2018)

Bewertung u.a. BfS:

- ♦ Warum **Geschlechterunterschied**?
- ♦ Anzahl an möglichen **Krebsvorstufen** in fast allen Gruppen kleiner als Tumorzinzidenz
- ♦ Kontrolltiere: deutlich **niedrigere Lebenserwartung** ⇒ Tumorzinzidenzen unterrepräsentiert
- ♦ **Expositionsbedingungen** und **Dosimetrie**: schwierig
- ♦ Fehlende **Temperaturmessung**
- ♦ **Multiple Tests**: keine Korrektur z.B. für Tumorzinzidenzen
- ♦ initiale Pathologie **unverblindet**
- ♦ **Temperaturstress** als Erklärung?



Elektrosensibilität

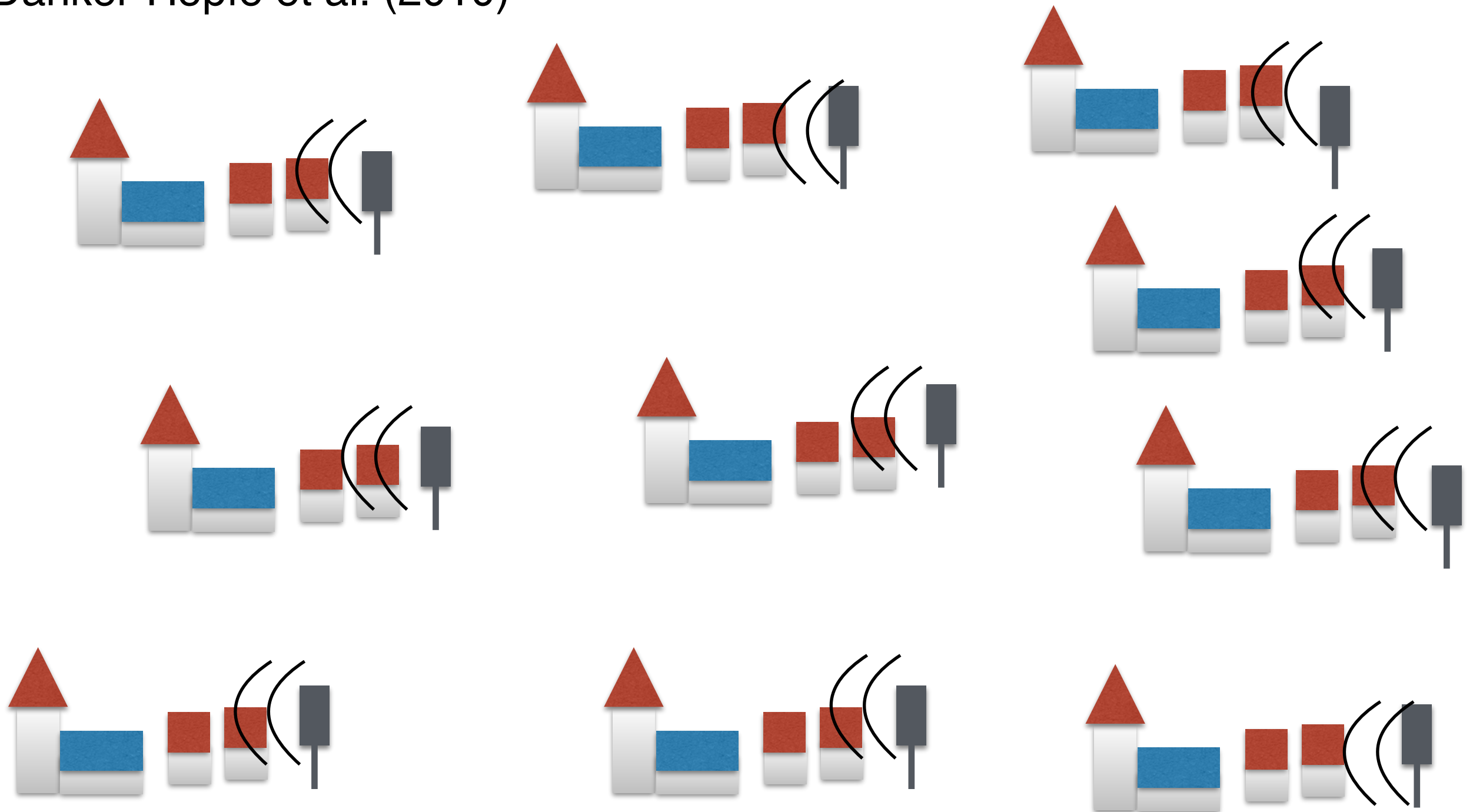


- ⇒ elektromagnetische Hypersensibilität (EHS)
- ⇒ keine typischen Symptome
- ⇒ vielfältige Auslöser
- ⇒ unterschiedliche Zeitskalen
- ⇒ kein „offizielles“ Krankheitsbild
- ⇒ kein Mechanismus
- ⇒ meisten Studien: kein Zusammenhang EMF – EHS
- ⇒ **Widerspruch Experiment – subjektives Erleben**

Feldstudie

Danker-Hopfe et al. (2010)

⋈ : 365 📄



Kein Effekt

E-Sensibilität Übersicht

Studien zu unspezifischen Symptomen und EHS

	Zellstudien	Tierstudien	Humanstudien											
			Physiologie				akut				chronisch			
Berücksichtigt				3		1	1	18		2	5			
Weggelassen											1			
Evidenz														
Gesamtevidenz														
Evidenz-Reviews			2			1	7		1	1	6			

Q: FSM 2019

E-Sensibilität Übersicht

Table 16. Provocation studies with symptom outcomes

Authors	Sample	Signal type	Exposure duration	Effects of exposure
Choi et al., 2014 (HS)	26 adults (mean age 28.4 plus or minus 5.1yr; 13 female) and 26 teenagers (mean age 15.3 plus or minus 0.7yr; 13 female)	1950MHz WCDMA, averaged peak spatial SAR over 1g = 1.57W/kg.	Two 32 min exposures (WCDMA and sham).	No effects on eight symptoms.
Croft et al., 2010 (HS)	41 adolescents (mean age (sd) 14.1 (0.87), 20 female); 42 young adults (24.5 (4.51), 21 female) and 20 elderly (62.2 (3.94), 10 female)	895MHz GSM, 1900MHz GSM. Maximum peak SAR averaged over 10g=0.7 W/kg (895 MHz) and 1.7 W/kg (1900 MHz).	Three 50 min exposures to 895 MHz 1900 MHz and sham.	No effect of 3G exposure on mood in adolescents or the elderly. Activation (psychological arousal) greater during 3G exposure in young adults ($t[41]=2.06$, $p=0.046$), though this did not reach the Bonferroni-corrected critical value for significance. No effect of 2G exposure on mood in any group
Curcio et al., 2009 (HS)	11 healthy participants (mean age 20.9, 20 to 23, all female)	902 MHz GSM. Maximum SAR averaged over 10g = 0.5 W/kg	Two 40 min exposures (GSM and sham).	No effect of exposure on any subjective outcome except for headache ($F_{1,10}=5.46$, $p=0.04$) which was increased in the sham condition.

E-Sensibilität Übersicht

Kwon et al., 2012 (HS)	20 healthy participants (mean age 29.4, plus or minus 5.2, 9 female) and 17 participants with IEI-EMF (mean age 30.1 plus or minus 7.6, 9 female)	1950 MHz WCDMA exposure (1950 MHz). Peak SAR 1g=1.57 W/kg.	Two 32 min exposures (WCDMA and sham).	No effect of exposure on symptoms in either group, and no evidence that participants in either group could detect the exposure.
Loughran et al. 2012 (HS)	20 healthy volunteers (mean age 27.9, range 20 to 51, 13 female)	894.6 MHz GSM. SAR averaged over 10g=0.67 W/kg	Two 30 min exposures (GSM and sham).	No evidence of any effect of exposure on self-reported sleepiness, or any differential response when participants were categorised as "increasers" or "decreasers" based on EEG responses to exposure
Nakatani-Enomoto et al. 2013 (HS)	19 healthy volunteers (mean age 30.6, 22 to 39: 7 female)	1950MHz WCDMA, maximum 10g SAR in head: 1.52 W/kg, in brain: 0.13 W/kg.	Two 3hr exposures prior to sleep (W-CDMA and sham)	No effect of exposure on sleepiness measured the following morning. No evidence of ability to discriminate between conditions.
Nam et al., 2009 (HS)	18 participants with IEI-EMF (mean age 26.1 (3.4), 10 female) and 19 healthy participants (mean age 25.0 (2.3), 9 female)	835 MHz CDMA. Spatial peak SAR averaged over 1 g=1.22 W/kg, based on manufacturer's data.	Two 30 min exposures (CDMA and sham).	No effect of exposure on symptoms
Nieto-Hernandez et al.,	60 healthy participants (mean age 38.2 (8.0), 10	385 MHz TETRA, CW. Maximum SAR averaged over 10 g	Three 50 min exposure (TETRA, CW and	Reduced sensations of itching in the IEI-EMF participants in response to the continuous



E-Sensibilität Übersicht

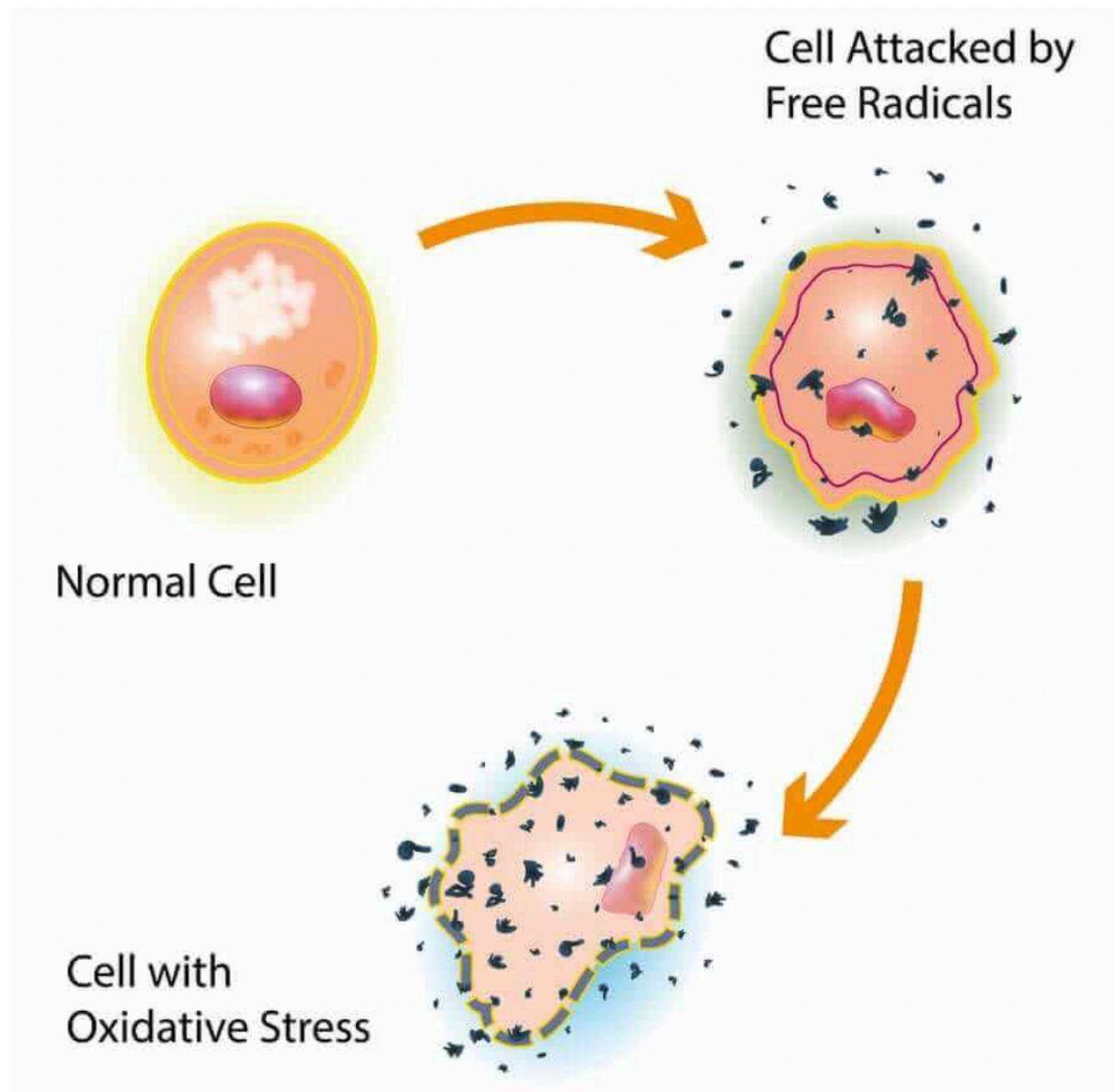
2011 (HS)	female), and 60 participants with IEI-EMF (mean age 35.6 (7.4), 7 female)	= 1.3 W/kg	sham)	wave exposure (p=0.03). No other effects were found for symptoms.
Riddervold et al., 2010 (HS)	53 healthy emergency service personnel (mean age 36.4, 25 to 49, all male)	420 MHz TETRA. Peak SAR averaged over 10 g = 2 W/kg	Two 45 min exposures (TETRA and sham).	No significant effects on any self-reported symptoms.
Spichtig et al., 2012 (HS)	16 healthy participants (mean age (sd): 26.8 (3.9), all male)	UMTS with maximum peak averaged over 10 g SAR of 1.8 W/kg, UMTS with maximum peak SAR of 0.18 W/kg.	Three 31 min exposures (1.8 W/kg, 0.18 W/kg and sham)	No effect of exposure on subjective tiredness or well-being.
Schmid, Murbach et al., 2012 (HS)	25 healthy volunteers (mean age 23.2, range 20 to 26, all male)	GSM 900 MHz (SAR 10 g: 2 W / kg)	Three 30 min exposures (2 W/kg, pulsed magnetic field and sham)	No effects of exposure on mood, well-being or sleep quality
Schmid, Loughran et al. 2012 (HS)	30 healthy volunteers (mean age 23.0, range 20 to 26, all male)	GSM 900 MHz (SAR 10g: 2 W / kg) pulse modulated at 14 Hz or at 217 Hz	Three 30 min exposures (14 Hz, 217 Hz and sham)	No effects of exposure on mood, well-being or sleep quality

E-Sensibilität Übersicht

Danker-Hopfe et al., 2010 (BS)	365 healthy participants recruited from 10 villages with no pre-existing mobile phone coverage (mean age 45.0, range 18 to 81, 186 female)	900 and 1800 MHz GSM 0.01 to 0.9 V/m.	Ten nights of exposure to either real or sham conditions	No effects on self-reported sleep quality.
Wallace et al., 2010 (BS)	51 participants with IEI-EMF (mean (SD) 42 (16); 61% female) and 132 healthy controls (41 (19); 51% female)	420 MHz TETRA. Approximated SAR = μ 271 W/kg	Four 5 minute exposure (two sham and two TETRA) and two 50 minute exposure (sham and TETRA).	No effects on well-being or symptoms.
Leitgeb et al., 2008 (S)	43 participants with IEI-EMF (26 female)	Protective netting over bed to screen out EMF. Unshielded RF-EMF levels were typically 0.5% of ICNIRP reference levels	Three nights under protective netting and three nights under sham netting.	No evidence of a specific effect of shielding on subjective sleep quality

HS – Exposure analogous to a handset, BS – Exposure analogous to a base station, S – Shielding study

Oxidativer Stress





Humanstudien



- ➔ Bisher keine bestätigten elektrosensiblen Personen
- ➔ Bisher keine Hinweise auf EMF-induzierte Erkrankungen am Arbeitsplatz (zahlreiche Messungen zur Exposition am Arbeitsplatz)
- ➔ Einzelfallstudien liefern bisher keine Hinweise auf systematische Fehler im Grenzwertkonzept

„Balance of evidence“

Endpunkt		EFHRAN	ANSES	SCENIHR	ICNIRP	SSM	FSM	
Krebs	Kopfbereich							Tendenz zu Risikoabwesenheit
	andere Tumore							Inkonsistente Resultate
Neurodegeneration								Inkonsistent bei Tierstudien, kaum Humanstudien
Fertilität								Keine robusten Hinweise auf Schäden
Entwicklung								Kaum Humanstudien, Tierstudien Tendenz zu keine Effekte
Herz-Kreislauf-System								Physiologische Effekte möglich, Tendenz zu keine Effekte
EEG								Physiologische Effekte, Bedeutung und Auswirkungen unklar
Kognition								Gesundheitlich kaum relevante Effekte
Schlaf								Einige Studien mit Effekten
Blut-Hirn-Schranke								Alle Hinweise für Risikoabwesenheit
Verhalten Kinder								Eher Nutzung als Strahlung für Effekte verantwortlich
unspezifische Symptome/EHS	Wohlbefinden							Recht robuste Evidenz gegen kausale Verursachung
	Nozebo							Mehrfache Hinweise, als Ursache offen

SSM: Swedish Radiation Safety Authority
 SCENIHR; Europ. Kommission
 ANSES: Franz. Behörde EMF
 ICNIRP: International Commission on
 Non-Ionizing Radiation Protection
 EFHRAN: European Health Risk
 Assessment
 Network on Electromagnetic Fields
 Exposure
 FSM: Forschungsstiftung Mobilfunk (CH)

ausreichend	limitiert	inadäquat	keine Hinweise
-------------	-----------	-----------	----------------

(Q: FSM 2019)

Übersicht

Tab. 5-5: Zusammenfassende Bewertung für alle evaluierten Endpunkte nach dem EFHRAN-Schema

Endpunkte	Evidenzlinien / Bewertung			
	Epidemiologie	Humanstudien	Tierexperimentelle Studien	Zellexperimentelle Studien
Krebs	0		+/0	+/0
Verhalten	0		+/0	
Kognitive Funktionen	+/0	+/0	+/0	
Zerebraler Blutfluss und Hirnstoffwechsel		0	-	
Schlaf-EEG – Spektralwerte		+		
Schlaf-EEG – Makrostruktur		0		
Ruhe-EEG im Wachzustand		+		
Ereigniskorrelierte und evozierte Potenziale		+/0	+/0	
Autonomes Nervensystem und kardiovaskuläres System	0	-	n.v.	
Neurodegenerative Erkrankungen	0		-	0
Symptome und Wohlbefinden	0	-		
Immunsystem und Hämatologie	0	0	n.v.	n.v.
Fertilität und Fortpflanzung	0	0	+/0	0
Embryonalentwicklung	0		0	n.v.
Andere Organsysteme	0	0	0	n.v.
Gentoxikologie	0	0	+/0	+/0
Oxidativer Stress		0	+	+
Mechanistische Untersuchungen			0	0

Elektromagnetische Felder des Mobilfunks im Zuge des aktuellen 5G-Netzausbaus – Technische Aspekte und biologische Wirkungen im unteren Frequenzbereich (FR1, bis ca. 7 GHz). Strahlenschutzkommission (SSK) 10.12.2021

Übersicht

++	„Ausreichende Evidenz“ /Zusammenhang zwischen Exposition und Effekt in mehreren Studien von unabhängigen Forschenden oder mit verschiedenen Untersuchungsprotokollen bestätigt wurde. Die Expositions-Wirkungs-Beziehung ist übereinstimmend und andere Einflussfaktoren (Confounder) können mit zufriedenstellender Sicherheit ausgeschlossen werden.
+	„Begrenzte Evidenz“ /Der beobachtete Effekt beruht nur auf wenigen Studien, oder es bestehen ungeklärte Fragen hinsichtlich Studiendesign, Durchführung oder Interpretation der Studien. Andere Einflussfaktoren können in den vorliegenden Studien nicht mit zufriedenstellender Sicherheit ausgeschlossen werden.
0	„Unzureichende Evidenz“ /Die Studien lassen wegen ihrer Qualität, Übereinstimmung oder statistischen Aussagekraft keine eindeutigen Schlussfolgerungen zu.
-	„Evidenz für Abwesenheit eines Effekts“ /wenn in mehreren Studien von unabhängigen Forschenden mit unterschiedlichen Untersuchungsprotokollen an mindestens zwei Spezies oder zwei Zelltypen und bezogen auf einen ausreichenden Bereich von Feldintensitäten keine Effekte beobachtet wurden.
n.v.	Studien liegen nicht vor
	Studien können aus ethischen und/oder methodischen Gründen nicht durchgeführt werden oder sind nicht sinnvoll

Athermische Wirkungen?

Vergleich der Kräfte:

Aktivierung einer „Haarzelle“ (Hörsensorzelle im Innenohr)	1 pN
Einzelnes Aktin-Molekül (Eiweiß, das Muskeln kontrahieren lässt)	4 pN
Gewichtseffekt der Erdanziehung auf eine Körperzelle	5 pN
Ionenkanal am Mechano-Rezeptor (Druck-Sinneszelle)	12 pN
Streckung eines DNA-Moleküls um 10%	20 pN
DNA-Molekül, Bindungskräfte zwischen den beiden Strängen	70 pN
Rezeptor-Ligand-Kräfte (Signalübertragung, z. T. an Membranen)	90 pN

2 W/kg (Grenzwert Mobilfunk 1 GHz): 0,001 pN

(1 pN = 1 pikoNewton = 10^{-12} Newton)

Athermische Wirkungen?

Vergleich der Energien:

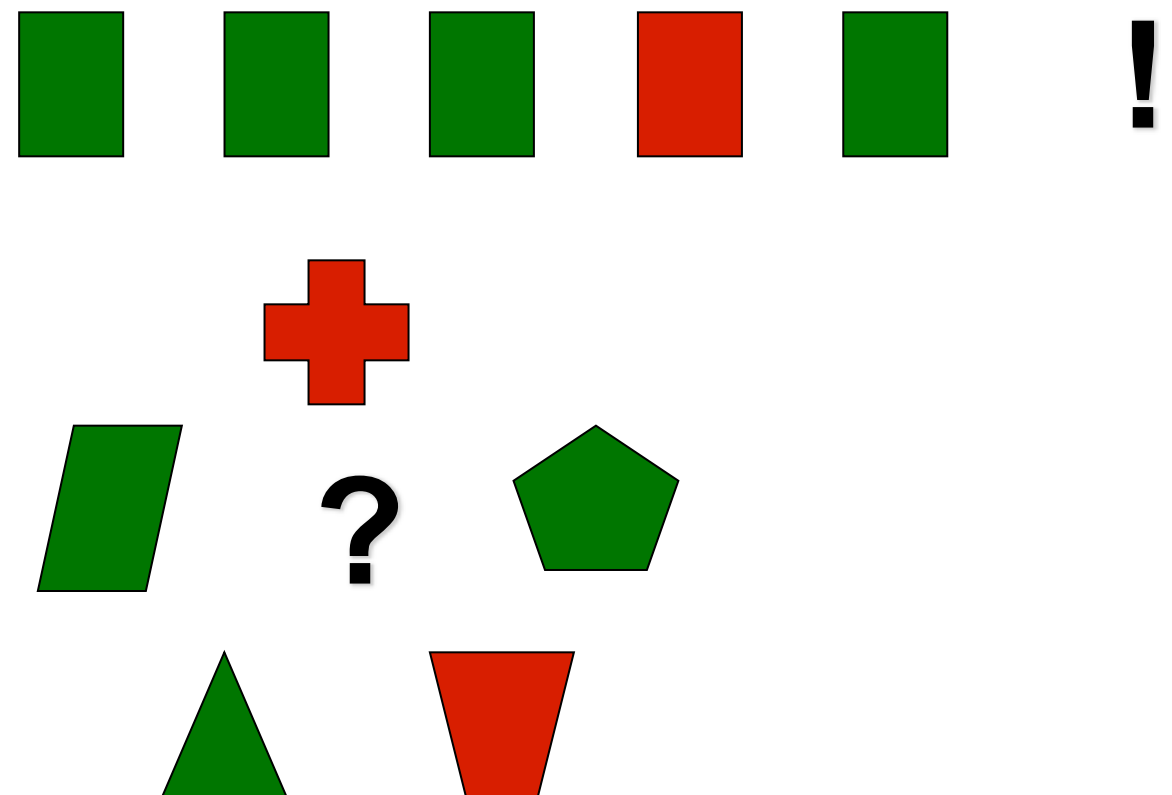
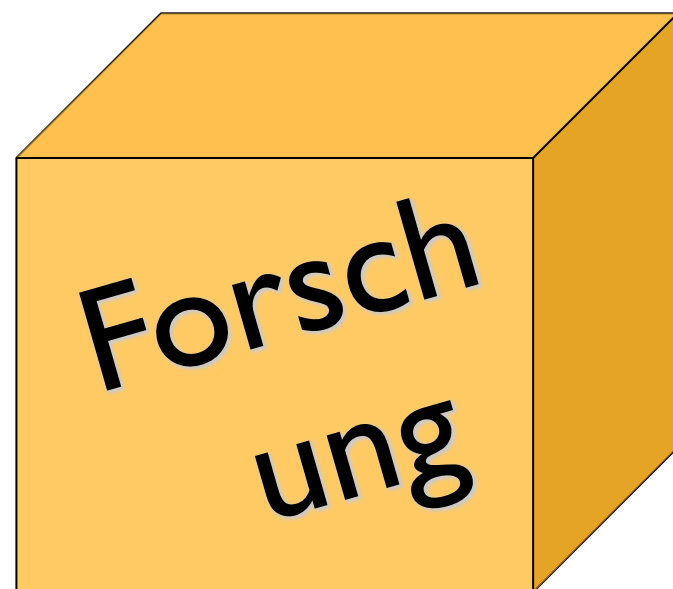
Leichte Röntgenstrahlung	10.000 eV	ionisiert Moleküle
Sichtbares Licht	1,5 – 3,3 eV	verbiegt Moleküle
Thermische Energie von Atomen und Molekülen	0,03 eV	lässt Molekülansammlungen zerfallen
Millimeterwellen (z. B. Radar)	0,0001 eV	lässt Moleküle vibrieren
2 GHz (z. B. Mobilfunkgerät)	0,00001 eV	sehr schwache Wirkung auf Moleküle

Athermische Wirkungen?

Vergleich der Leistungsflussdichten:

Sonnenlicht am Mittag an der Erdoberfläche	140 mW/cm ²
Normale Leckstrahlung eines Mikrowellenofens am Türspalt	5 mW/cm ²
Wärmeabstrahlung eines menschlichen Körpers	2 mW/cm ²
1 m vor einer 100 W Glühbirne	1 mW/cm ²
Grenzwert Allgemeinbevölkerung Mobilfunkfelder 900 MHz	0,5 mW/cm ²
Grenzwert Allgemeinbevölkerung Mobilfunkfelder 1800 MHz	1 mW/cm ²

Beweise?



Hinweise...

Fazit

➔ *Schwedischer Rat für Arbeitsleben und Sozialforschung (FAS):*

Die mehr als zehnjährige intensive Forschung bietet keine neuen Erkenntnisse zu Interaktionsmechanismen zwischen hochfrequenten elektromagnetischen Feldern und dem menschlichen Körper und hat keine Nachweise für Gesundheitsrisiken unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte geliefert. Obwohl es eine absolute Sicherheit nie geben kann, deutet nichts darauf hin, dass der lang etablierte Interaktionsmechanismus „Erwärmung“ für die Gesundheitsvorsorge nicht ausreicht.

<http://www.fas.se/en/News/2012/10-years-of-research-on-the-health-risks-of-radiofrequency-fields/>

Fazit

- ➔ Zahlreiche Studien belegen bisher, dass es kein erhöhtes Gesundheitsrisiko durch schwache HF-EMF gibt
- ➔ Nahezu alle denkbaren gesundheitsrelevanten Systeme des Menschen wurden in Studien untersucht
- ➔ Alle bisher durchgeführten Replikationsstudien konnten die ursprünglich positiven Befunde nicht reproduzieren
- ➔ Für die Suche nach HF-EMF-Effekten werden derzeit modernste und empfindlichste Verfahren eingesetzt



Fazit

- ➔ **Es ist derzeit nicht davon auszugehen, dass ein wesentliches Gesundheitsrisiko durch HF-EMF übersehen worden sein kann**
- ➔ Keine akzeptierte Theorie eines Wirkungsmechanismus
- ➔ Zahlreiche nicht reproduzierte Effektbeschreibungen



Fazit

Leider zu viele ...

- ⇒ Spekulationen
- ⇒ Erfahrungsberichte
- ⇒ Vermutungen
- ⇒ Extrapolationen
- ⇒ unsystematische Experimente
- ⇒ ...

Weiter forschen?

- ➡ Weil wir noch nicht alles wissen ???
NEIN (das ist trivial)
- ➡ Weil noch Wissenslücken bestehen ???
NEIN (das ist auch trivial)

Damit wir immer sicherer werden, dass die
Wissenschaft sich nicht irrt !!! (K. Popper)



Ende

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!