

ICNIRPs neue Grenzwertvorschläge für elektrische und magnetische Felder: Eine Verschlimmbesserung

Univ.-Prof. Dr. Norbert Leitgeb

Institut für Health Care Engineering
mit Europaprüfstelle für Medizinprodukte
Technische Universität Graz

Inhalt

- Neuer ICNIRP- Grenzwertvorschlag
- Änderung der **Basis**größe
- Grenzwerteinhaltung **jederzeit**
- Langzeitwirkung ungelöst
- widersprüchlich und inkonsistent
- Glaubwürdigkeit nicht verbessert

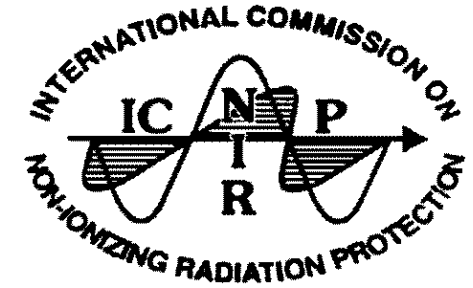
Glaubwürdigkeitsproblem

bisherige Kritik:

Grenzwerte schützen nur vor **akuten Wirkungen,
nicht aber vor Langzeitwirkungen
und nicht bei dauernder Exposition.**

ICNIRP (1998):

„Im Fall von potenziellen Langzeit- Effekten wie erhöhte Krebsrisiken, kommt ICNIRP zum Schluss, dass die verfügbaren Daten als Basis zur Grenzwertfestlegung nicht ausreichen, obwohl epidemiologische Forschung auf einen Zusammenhang zwischen Möglichen karzinogenen Wirkungen und Expositionen gegenüber 50/60Hz-Magnetfeldern wesentlich unterhalb der Grenzwerte - allerdings nicht überzeugend – hinweisen.“



Das Konzept zum Schutz vor elektrischen und magnetischen Feldern wird derzeit von ICNIRP überarbeitet.

Grundsatzfragen:

Wie wirken *elektrische und magnetische* **Felder?**

direkt *durch B oder E?*

indirekt *z.B. über Induktion?*

Welche Basis- Größen *sind zu* **beschränken?**

B, E, Q, I, S_i, E_i ?

Welche Wirkung *ist zu* **berücksichtigen?**

akut ?

akkumulativ ?

stochastisch ?

das Henne-Ei- Problem

$$S = \rho \cdot E$$

Stromdichte

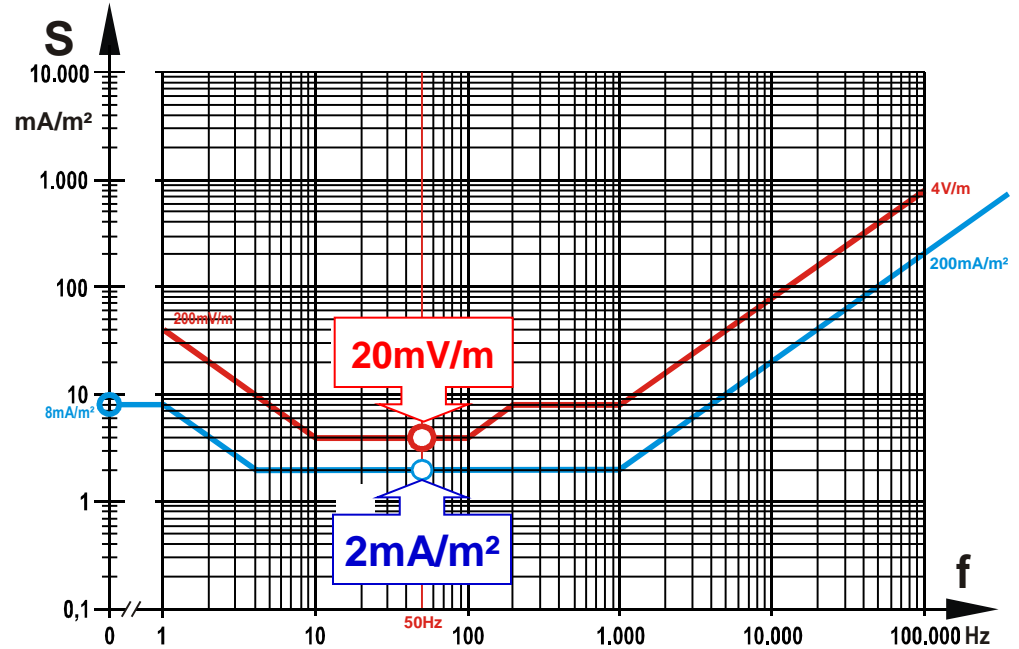
**oder
Feldstärke?**



Basisgrenzwert wechselt von Stromdichte zu Feldstärke

Begründung: Wegen *ungewisser* Gewebeleitfähigkeit

gleichzeitig: **Anhebung** um das ca. **2- bis 5-fache**



bisher: Basisgrenzwert Stromdichte

$$S_{\text{BGW},50\text{Hz}} = 2\text{mA/m}^2$$

$$E = \rho \cdot S = 5 \Omega\text{m} \cdot 2\text{mA/m}^2 = 10\text{mV/m}$$

neu: Basisgrenzwert Feldstärke

$$E_{\text{BGW},50\text{Hz}} = 20\text{mV/m}$$

$$S = \sigma \cdot E = 0,2 \text{ S/m} \cdot 20\text{mV/m} = 4\text{mA/m}^2$$

Faktor 2

Wirkmechanismen magnetischer Felder

Spannungs- Induktion

A.B
$$U = \vec{A} \cdot \frac{d\vec{B}}{dt} + \vec{B} \cdot \frac{d\vec{A}}{dt}$$

zeitliche Änderung

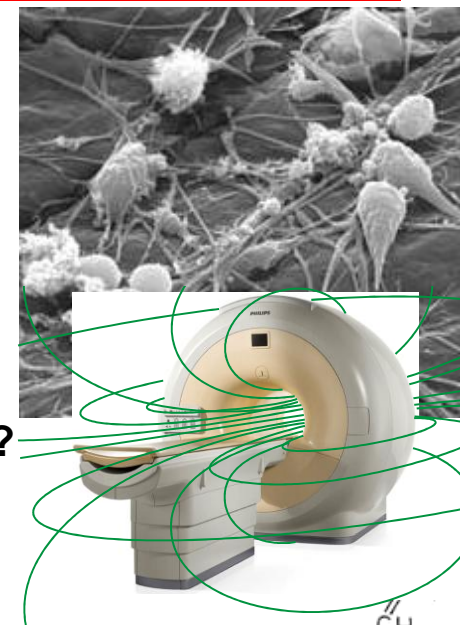
B
$$F = Q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$$

Bewegung

akute Wirkungen durch
elektr. Stromdichten (Feldstärken)

Zell- Erregung

- peripher: Wahrnehmung
- ZNS: (kognitive) Beeinflussung?
Schwindel, Übelkeit



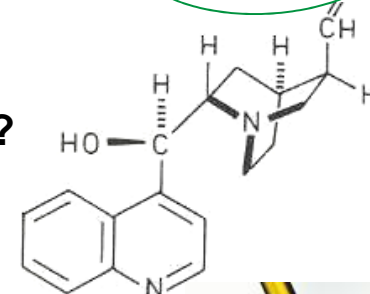
Kraft auf Teilchen $\mu \neq \mu_0$

B
$$F = \vec{m} \cdot \frac{d\vec{B}}{dz}$$

örtliche Änderung

akute (Kraft-)Wirkungen durch
das Magnetfeld

- Zell- Orientierung (*z.B. in Netzhaut*) ?
- Molekül- Konformation?
- Magnetit-Oszillation?



Spin-Zustandsänderung

B
$$W_{\text{pot,e}} = \frac{q_e}{2m_e} \cdot \vec{s} \cdot \vec{B}$$

akute Wirkungen auf Atom-Zustände durch
das Magnetfeld

- Lebensdauer von Radikalen?
- chem. Reaktionsgleichgewicht?

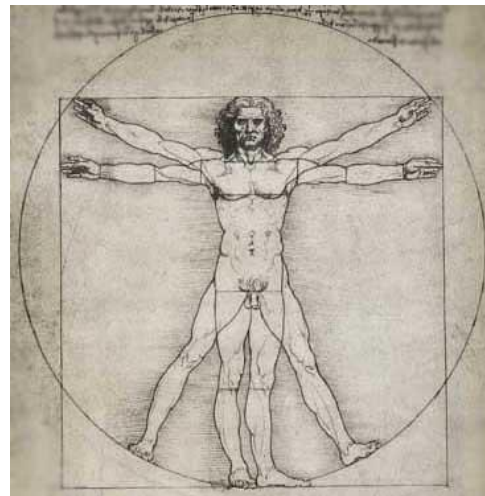


Wirkmechanismen **magnetischer Felder**

primär **Induktionswirkung** ...

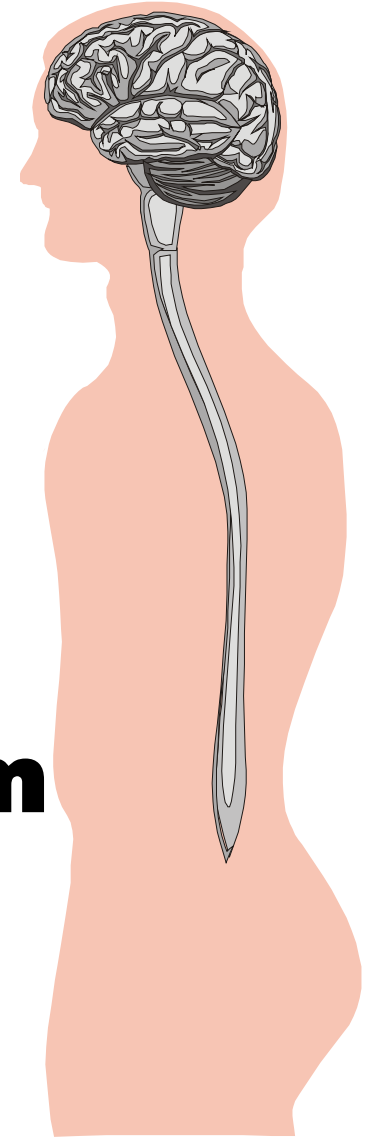
→ d.h.: abhängig von Querschnitts**fläche**

Flächen- Skalierung !
Tier → Mensch 



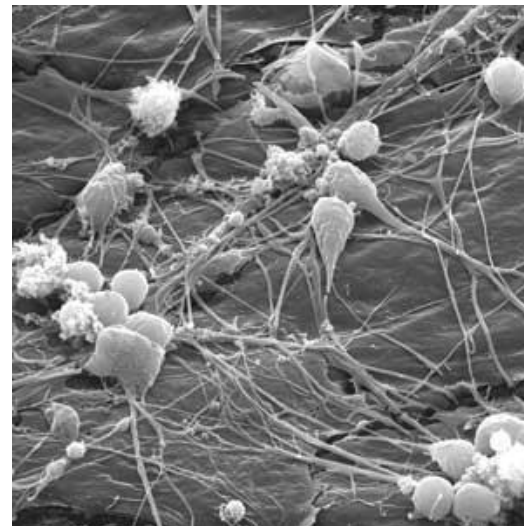
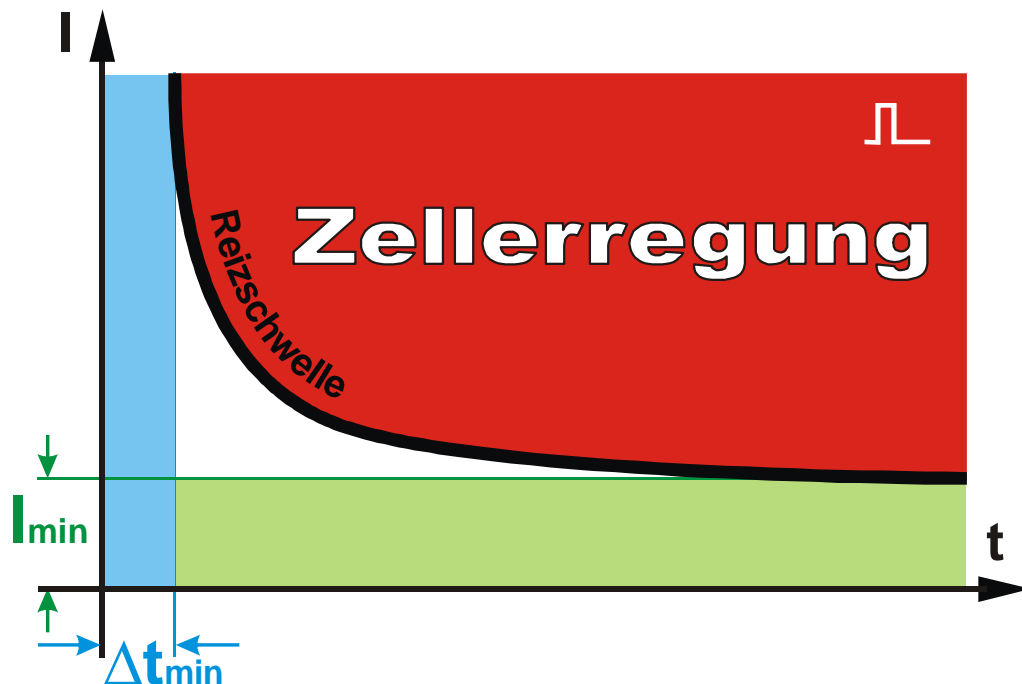
Schutzziel

**keine Erregung
von Nervenzellen
im Zentralnervensystem**



Einhaltung jederzeit (auch Transienten und Kurzzeit-Peaks !)

- (Ein-)Schaltstromstöße ?!
- Überlastströme ?! → 2,3fach $I_{N,Sicherung}$
- Kurzschlussströme ?! → 5-10fach $I_{N,Schutzschlater}$!
- Pass-by-Expositionen ?! → *Betriebsführungen, Diebstahlsicherungsanlagen*



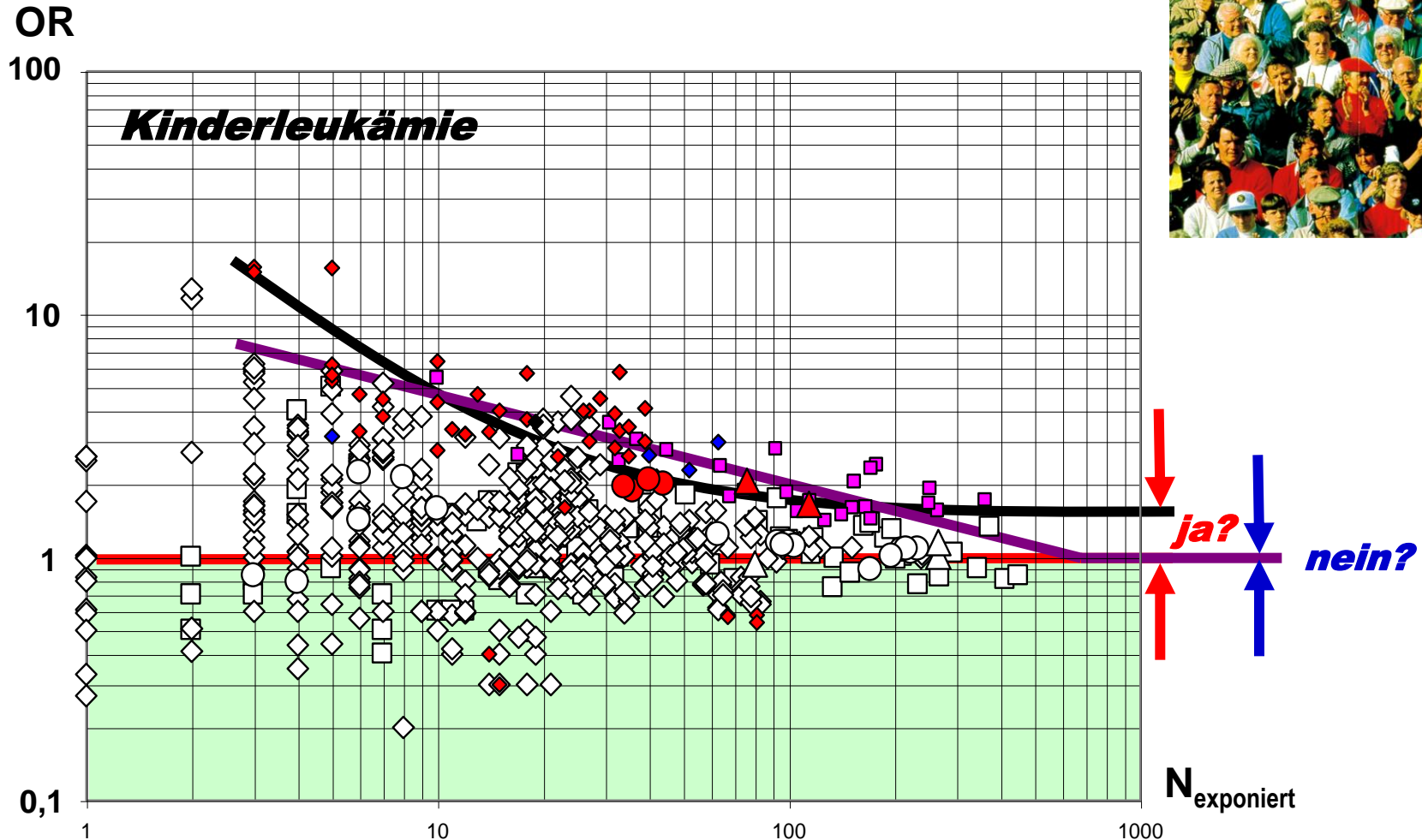
... biologisch nicht gerechtfertigte Forderung!

Krebs

Wirkungsmechanismen zeigen:

- **keine irreversiblen Effekte**
- **keine Summationseffekte**

**keine Hinweise auf
Langzeitwirkungen**



Krebs

WHO (epi-) (2008):

begrenzte Evidenz:

Leukämie (Kinder)

unzureichende Evidenz:

Leukämie (Erwachsene)

Hirntumor (Erwachsene, Kinder)

andere Krebse (Erw., Kinder)

keine unterstützende Evidenz: Brustkrebs (Frauen)



WHO (Labor in-vivo) (2008):

keine Evidenz (Langzeitstudien): Leukämie

Lymphome

Brustkrebs

Hirntumor

Hautkrebs

andere Krebsarten



WHO (in-vitro) (2008):

keine Evidenz: (direkte) **Gentoxizität (<50mT)**

unzureichende Evidenz: Zellaktivität

(Proliferation, Apoptosis, Transformation, Ca-Signale)

zunehmende Evidenz: Ko-Karzinogen

(Unterstützung DNA-schädigender Substanzen >35µT)



Statements zu Langzeit- Wirkungen

IARC (2002)

NF- Magnetfelder sind für Menschen
ein mögliches Karzinogen (**Klasse IIB**)

*d.h.: 2-3fach erhöhtes Kinderleukämierisiko
bei zeitlich gemittelten Expositionen $\geq 300nT$*

WHO (2008)

Neue Studien ändern die IARC Klassifizierung nicht

ICNIRP (2009)

„Das **Fehlen des Nachweises** jeglicher anderer Langzeit-Effekte und der Kausalität zwischen **Kinderleukämie** und Magnetfeldexposition $> 0,3\mu T$ bedeutet, dass die IARC-Klassifikation in den Basisgrenzwerten **nicht berücksichtigt** werden kann.“

→ Verweis auf **Vorsorge-** Empfehlungen der **WHO**

Glaubwürdigkeitsproblem

ICNIRP lässt Langzeit- Exposition offen!

Wissensstand:

Karzinogenitäts- Klassifikation der IARC (2B) **zu wenig differenziert**, weil:

- epidemiologische Studien wird überproportionales Gewicht einräumt
- gut gesicherte Wirkungsmechanismen und experimentelle Befunde stützen Kinderleukämie- Hypothese nicht.
- überzeugende Wirkhypothesen fehlen,
- Erhöhungen der Risikoschätzer gering
- Einflüsse störender Einflussfaktoren (Confounder) groß
- methodischer Bias groß
- Ergebnisse epidemiologischer Studien nicht widerspruchsfrei
- selbst der Dosisbegriff unklar.

schwacher Hinweis auf möglichen Zusammenhang mit Kinderleukämie, jedoch durch die vielfältigen anderen Untersuchungsansätze nicht gestützt.

Schlussfolgerung:

Es **fehlen** nicht Grundlagen für Grenzwertregelung chronischer Exposition, sondern es sind aufgrund des vorhandenen Wissens gesonderten Grenzwertregelungen **nicht erforderlich**.

Vermeidung unerwünschter **akuter** Beeinflussungen zellulärer Membrane (als der am frühesten eintretende biologisch relevante Effekt) **schützt daher auch bei Langzeit- Expositionen**.

Zusammenfassung

- Erhöhung der Basisgrenzwerte nicht überzeugend begründet
- widersprüchlich, inkonsistent und diskriminierend
- Langzeitwirkungen bleiben offen
- Glaubwürdigkeitsproblem ungelöst

... eine Verschlimmbesserung