

# MAGCELL®: Innovation der elektromagnetischen Therapie

Hermann Dertinger

Institut für Biologische Grenzflächen

Forschungszentrum Karlsruhe

- Die Zelle als Zielobjekt für niederfrequente Felder.
- Physikalische und biologische Wirkungsprinzipien.
- Ausgewählte Beispiele für zellbiologische Wirkungen.



- Elektromagnetische Therapie: keine energetische Therapie, sondern Hilfe zur Selbsthilfe.
- MAGCELL®: Therapeutische Indikationen und Studien

## Elektromagnetische Therapie: biophysikalische Aspekte

Bei **zeitveränderlichen** Feldern ist die Unterscheidung zwischen elektrischem und magnetischem Feld im Sinne von **Elektrotherapie** oder **Magnetfeldtherapie** nicht sinnvoll:

- Jedes elektrische Feld erzeugt ein Magnetfeld.
- Jedes Magnetfeld erzeugt ein elektrisches Feld (Induktionsgesetz!).
- Unter den physiologischen Gegebenheiten eines Gewebes oder einer Zelle ist das **elektrische Feld die vorherrschende biologisch treibende Kraft**.

(Vom biophysikalischen Standpunkt aus sind die magnetischen Kräfte als vernachlässigbar schwach anzusehen, sofern sich die magnetische Flussdichte im Rahmen therapeutisch praktikabler Werte bewegt, d.h. etwa 200 mT nicht überschreitet).

### Folgerung:

Es sollte daher grundsätzlich von **elektromagnetischer Therapie** gesprochen werden, denn es macht keinen Unterschied, ob das elektrische Wirkfeld direkt über Elektroden ins Behandlungsgebiet eingespeist wird (Elektrotherapie) oder dort nach dem Induktionsgesetz durch ein Magnetfeld erzeugt wird (Magnetfeldtherapie => „elektrodenlose Elektrotherapie“).

## Schwellenwert der elektrischen Feldstärke niederfrequenter Felder für zelluläre Wirkungen

Unterhalb von ca. 4 mV/m werden keine statistisch signifikanten Wirkungen auf Zellen beobachtet.

(Diese Feldstärke spürt man nicht!)

Soll diese Feldstärke durch ein magnetisches Wechselfeld induziert werden, muss dessen Flussdichte **mindestens 2 mT** betragen.

Das **MAGCELL®** erlaubt selbst dann noch eine „überschwellige“ Therapie, wenn der Krankheitsherd in 3 bis 4 cm Gewebstiefe liegt, z.B. in einem Gelenk. **[\*]**

**[\*]** Hinweis: da sowohl die Schwellenfeldstärke als auch die durch das Magnetfeld induzierte Feldstärke mit der Frequenz ansteigt, ist diese Aussage in guter Näherung unabhängig von der Frequenz und gilt daher insbesondere für die Frequenzen, mit denen das MAGCELL arbeitet (ca. 4 – 12 Hz).

# Wodurch unterscheidet sich das MAGCELL von anderen Magnetfeld-Applikatoren ?

- Handelsübliche Systeme arbeiten mit Spulen, die z.B. in Matten eingearbeitet sind.
- Deren Flussdichte liegt z.T. erheblich unterhalb der zellulären Wirkungsschwelle, so dass lediglich leichte systemische Wirkungen hervorgerufen werden (allgemeine Stoffwechselförderung, milde Analgesie, etc.).
- Diese können zwar Heilprozesse unterstützen, aber keine nachhaltige Heilwirkung erzeugen.
- Indem das MAGCELL durch seine hohen Flussdichten direkt in zelluläre Funktionen eingreifen kann, bewirkt es zelluläre Normalisierungs- und Regenerationsprozesse.
- Diese lassen sich an in Kultur behandelten Zellen reproduzierbar nachweisen, eine unabdingbare Voraussetzung für jede wirksame Therapie („*in vitro veritas*“).
- Das MAGCELL wurde für die lokal gezielte, zelluläre und tiefenwirksame Therapie konzipiert, stellt aber zugleich starke systemische Wirkungen zur Verfügung („*Therapie mit Mehrwert*“).

## Zelluläre Wirkungsmechanismen niederfrequenter elektrischer Felder

**Der hohe elektrische Widerstand der Zellmembran (Lipid-Doppelschicht) schirmt das Zellinnere weitgehend vom Feld ab**  
(gilt für Frequenzen bis ca. 10 kHz !)

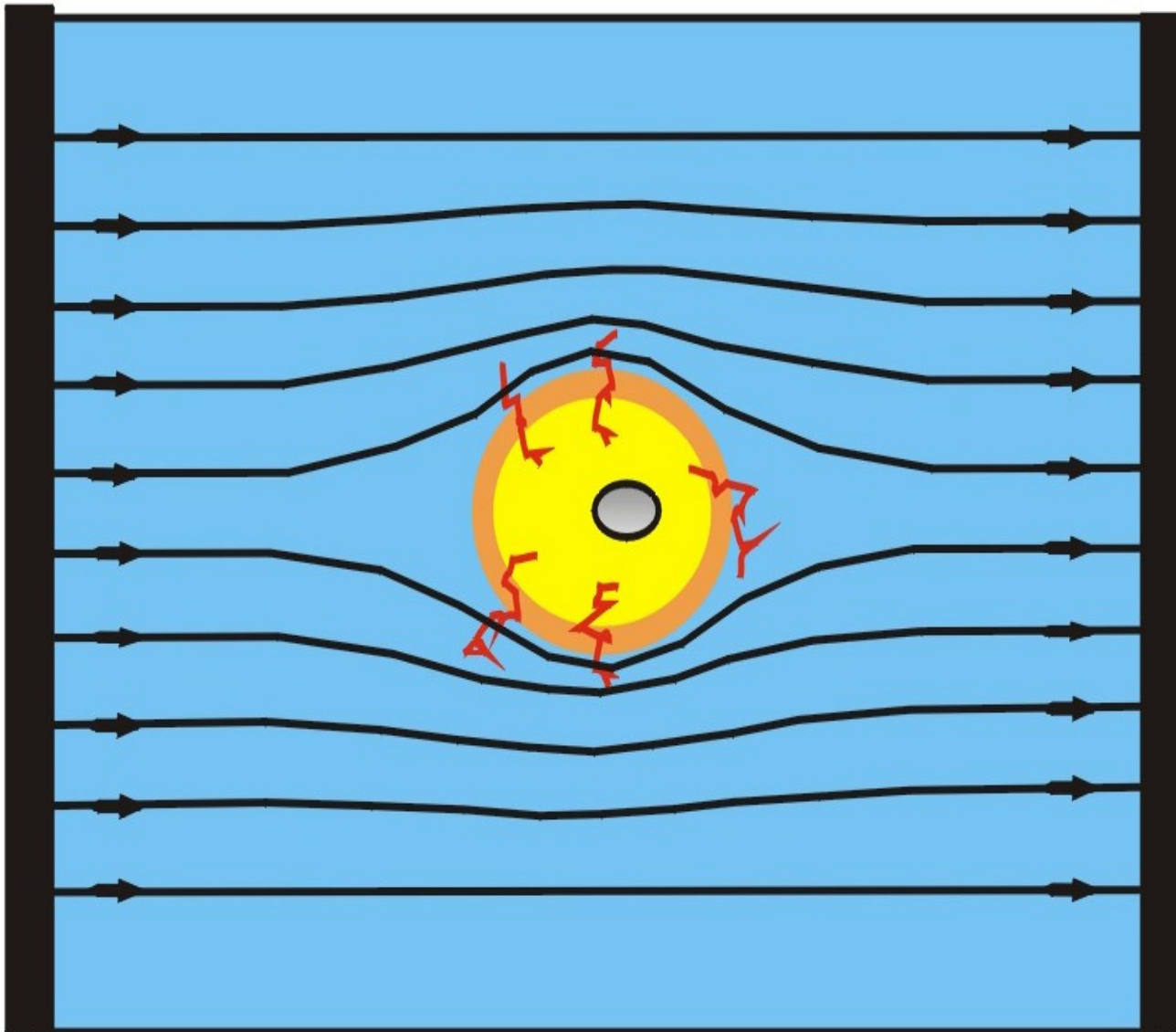
**Gemäß der sog. **Membran-Hypothese** tritt daher das elektrische Feld i.w. nur mit molekularen Oberflächenstrukturen der Zellmembran (z.B. Rezeptoren) in Wechselwirkung.**

**Diese Wechselwirkung führt zur Aktivierung (oder Dämpfung) von zellulären Signalwegen, z.B. des cAMP-Pfades, was tief greifende Änderungen der Zellfunktion nach sich ziehen kann.**

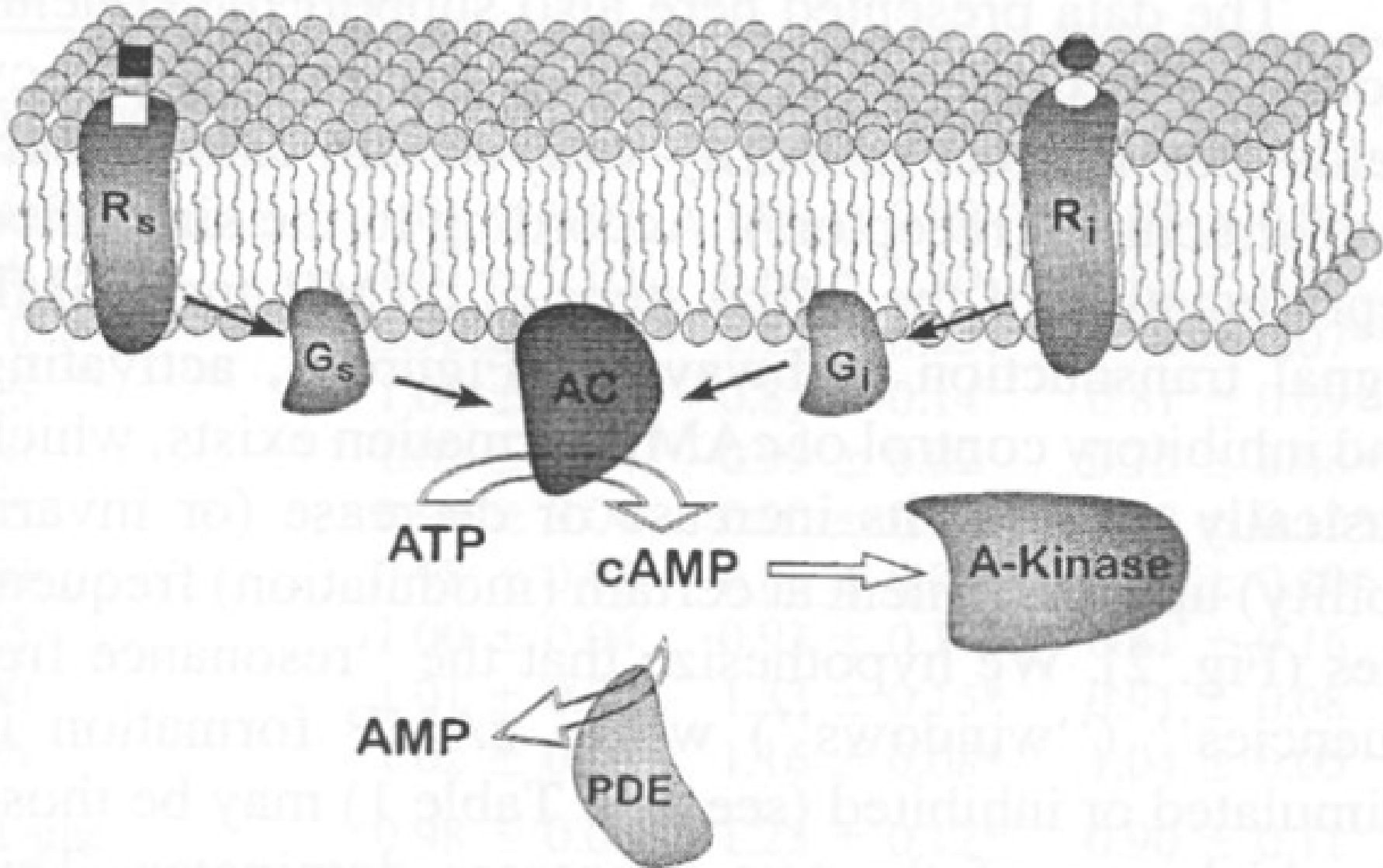
**Zu den therapeutisch bedeutendsten Zellantworten zählen **Zelldifferenzierung** und **Immunmodulation**.**

**Daraus ergeben sich **Krankheitsbilder, die auf gestörten Zellfunktionen mit einher gehenden Entzündungsprozessen** beruhen, als hauptsächliche Indikationen für die elektromagnetische Therapie.**

# Wechselwirkung einer Zelle mit einem niederfrequenten elektrischen Feld in einer leitfähigen Flüssigkeit



## cAMP signal transduction pathway



## **Drei Beispiele für zellbiologische Wirkungen niederfrequenter elektromagnetischer Felder**

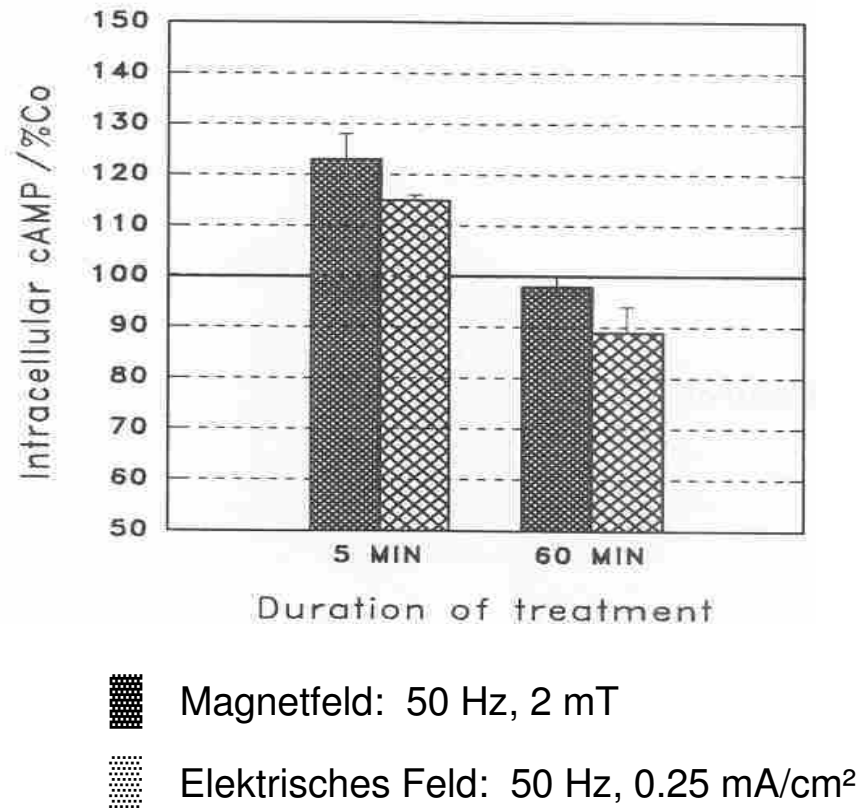
(Experimente mit Zellkulturen)

- (1) Stimulation des intrazellulären Botenstoffes cAMP.  
=> Magnetische and elektrische Felder von gleicher Frequenz  
bewirken die gleiche Zellantwort.**
  
- (2) Verstärkung der interzellulären Kommunikation über Gap-  
Junctions durch Magnetfelder (Austausch des Farbstoffes Luzifer-  
Gelb wird erhöht).  
=> Verbesserte Gewebshomöostase; Zell-Differenzierung.**
  
- (3) Frequenz-Abhängigkeit der Freisetzung von Prostaglandin-E<sub>2</sub>  
durch elektrische Felder (Beispiel für sog. Frequenzfenster).  
=> Verbesserte Heilung von (diabetischen) Wunden.  
=> Knochenbildung und verbesserte Fraktur-Heilung.  
=> Eliminierung Allergen-induzierter Bronchio-Konstriktion.  
=> Gastro-Protektion (Magen-Ulcera).**



## Intrazellulärer cAMP-Gehalt in SV-40-3T3 Zellen nach Behandlung mit magnetischen und elektrischen Feldern

(► Effekt unabhängig vom Feldtyp und nur bei Kurzzeit-Behandlung nachweisbar)



J. Schimmelpfeng, H. Dertinger:

The action of 50 Hz magnetic and electric fields upon cell proliferation and cyclic AMP content of cultured mammalian cells.

Biochemistry and Bioenergetics 30 (1993) 143-150

# Stimulation der über Gap-Junction vermittelten interzellulären Kommunikation in SV40-3T3 Monolayern (50 Hz/2 mT Magnetfeld)

(Methode: Ausbreitung des Fluoreszenz-Farbstoffes Luzifer-Gelb)

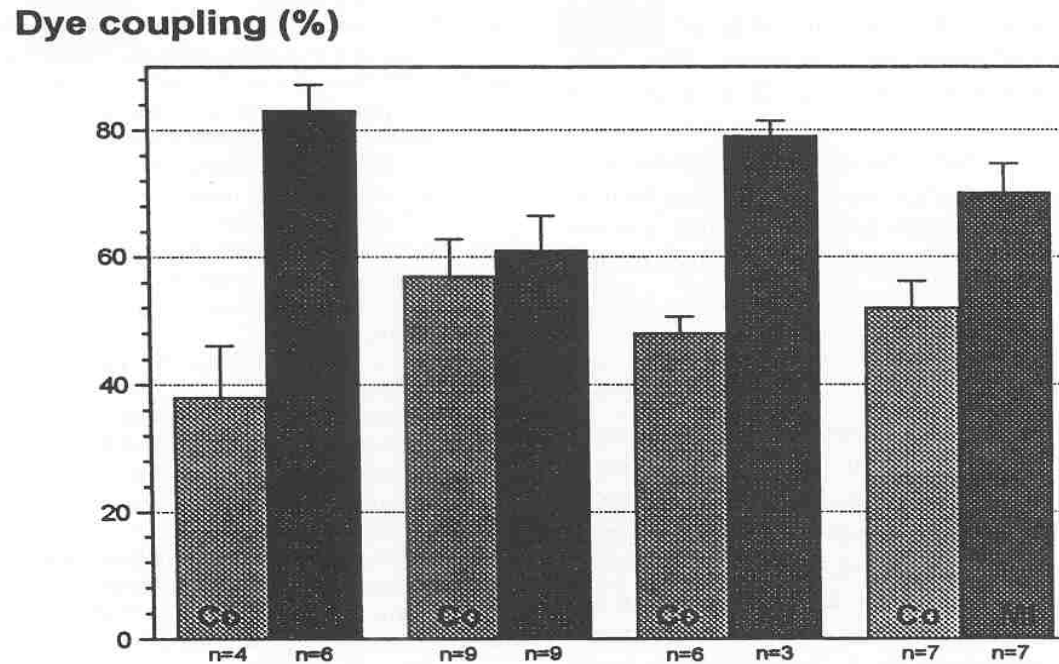
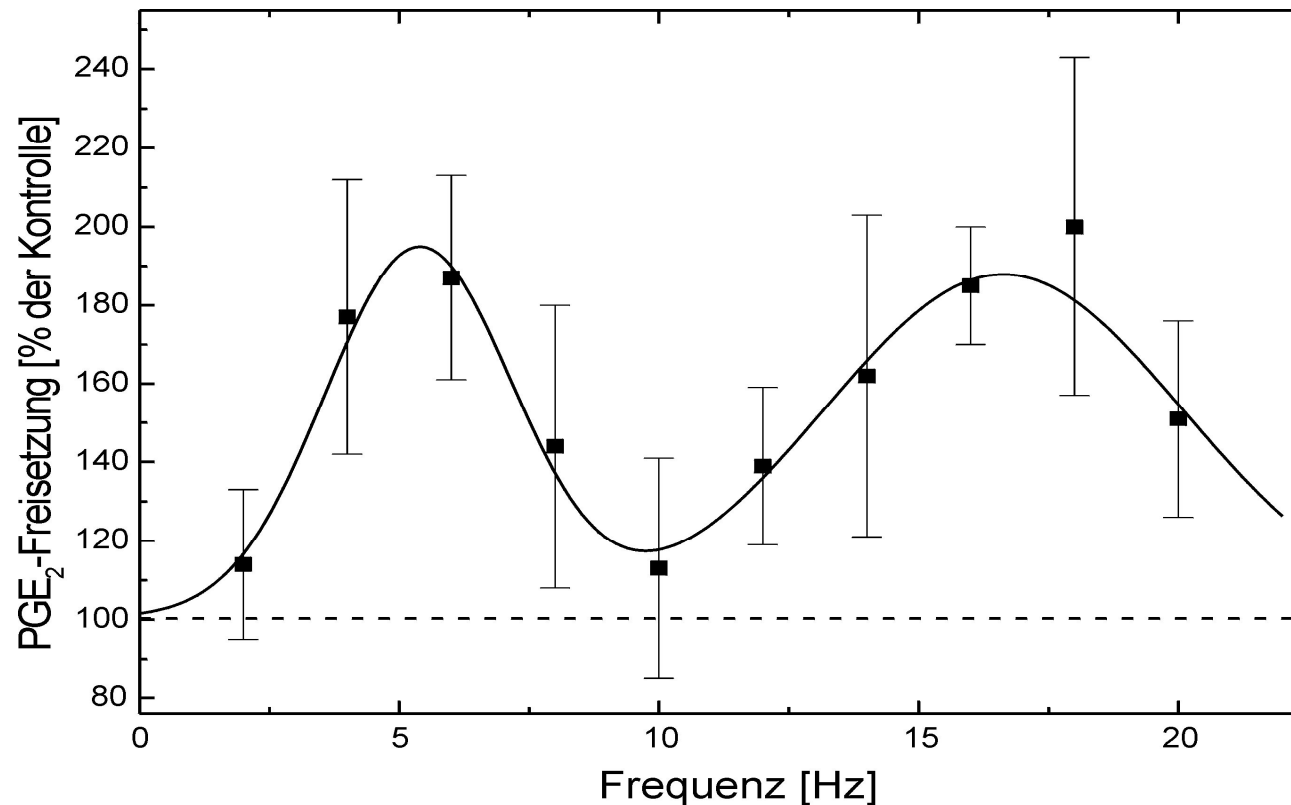


Fig. 5. Influence of 2 mT treatment on gap-junction permeability in monolayers as computed from the dye-spreading experiments. Four independent experiments are shown together with the controls (light columns). See Materials and Methods for definition of the ordinate.

J. Schimmelpfeng, J.C. Stein, H. Dertinger:  
Action of 50 Hz magnetic fields on cyclic AMP and intercellular communication in monolayers and spheroids of mammalian cells.  
Bioelectromagnetics 16 (1995) 381-386

## Freisetzung von Prostaglandin E<sub>2</sub> durch menschliche Granulozyten (HL-60g) nach Behandlung mit elektrischen Feldern unterschiedlicher Frequenz

( ► Frequenzfenster bei 6 und 16 Hz. Frequenz legt Wirkungsspezifität fest!)



H. Dertinger, W. Sontag:

Electromagnetic fields (EMF): Mode of action.

In: Biologic Effects of Light (Eds: M.F. Holick & E.G. Jung)

Kluwer Academic Publishers, Boston/London/Dordrecht, 1999; pp. 281-286

## Was bei der elektromagnetischen Therapie zu beachten ist

- **Es handelt sich nicht um eine energetische Therapie.**

Die bei einer Behandlung ins Gewebe abgegebene Energie ist um ca. 7 Größenordnungen kleiner als die dort vorherrschenden metabolischen oder thermischen Energien. Im Einklang damit wird experimentell auch keine monotone Energie-Wirkungsbeziehung („Dosis-Effekt-Kurve“) beobachtet.

- **Die Therapie ist „Informations-getrieben“ (=> entropische Therapie).**

Die zellulär nutzbare Information ist in der Frequenz und/oder der Modulation des elektromagnetischen Signals kodiert (siehe Frequenzfenster!). Dieses Konzept wurde in den letzten Jahren theoretisch und experimentell streng begründet und ist damit wissenschaftlich abgesichert.

### Folgerungen:

- **Die elektromagnetische Therapie ist keine Therapie des „viel hilft viel“.**  
*(Jegliche Überbehandlung verschlechtert das Therapieergebnis!)*

- **Das Feld heilt nicht selbst, sondern fungiert nur als „Carrier“ für Informationen zur zellulären Regeneration und funktionalen Normalisierung („Hilfe zur Selbsthilfe“).**

- **Bei eingeschränkter Regenerationskapazität, etwa bedingt durch Immunsuppressiva oder Zytostatika, wirkt die Therapie nicht oder nur schwach!**

## Indikationen (Auswahl) für die lokale Behandlung mit dem MAGCELL®

**Allgemein:** Degenerative & entzündliche Erkrankungen, die durch gestörte Zellfunktionen bedingt sind. Hier beruht die therapeutische Wirksamkeit sowohl auf der experimentell nachgewiesenen Stimulation von zellulären Differenzierungs- bzw. Regenerationsprozessen, als auch auf der erheblichen, studienmäßig belegten Steigerung der Kapillardurchblutung.

- Beschleunigte Heilung von Schwellungen, (diabetischen) Wunden & Ulzera
- Haut- und Venen-Erkrankungen
- Gelenk-Schmerzen & -Entzündungen
- Polyneuropathie
- Diabetischer Fuß

### Hinweise zur Behandlung (streng zu beachten!):

- Zwei Sitzungen täglich von je 5 Minuten Dauer pro Herd.
- Therapie beenden, sobald sich die Erkrankung signifikant gebessert hat oder ganz abgeheilt ist.
- **Keine Erhaltungstherapie!**

## Klinische Studien mit dem MAGCELL

- **Intensive Stimulation des Blutflusses in Fingern von gesunden Probanden**

=> Bewirkt durch eine einzige 5-minütige Behandlung der Hand

Status: abgeschlossen (Publikation in Vorbereitung)

- **Lokale Behandlung von Patienten mit diabetischem Fußsyndrom**

=> Arterielle Blutflüsse normalisieren sich nach einer 3-wöchigen Behandlungsserie

Status: abgeschlossen (in Auswertung)

## In vitro Studien mit dem MAGCELL (Behandlung von Zellkulturen)

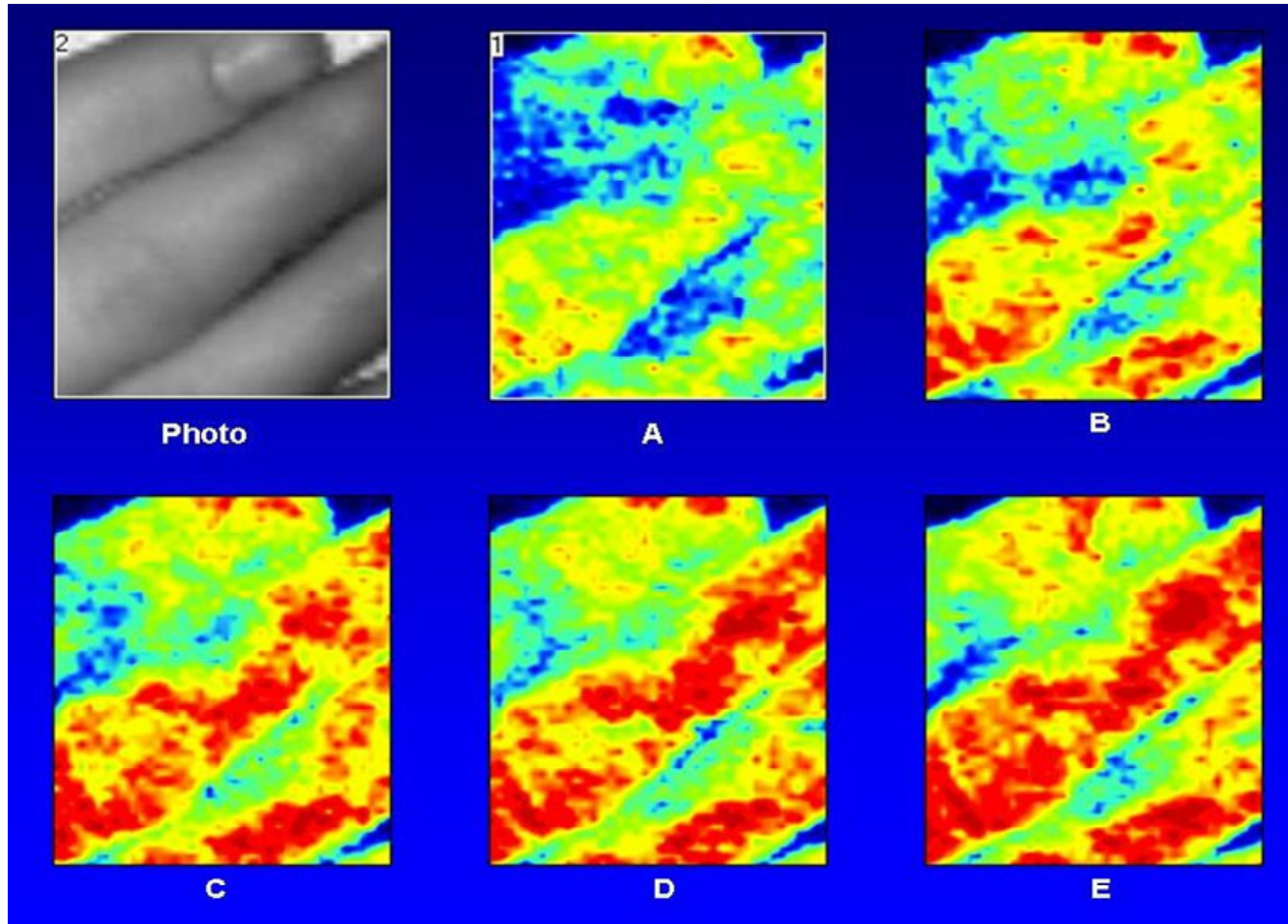
- **Starke Induktion des NO-Radikals** (vielfältige Mediatorfunktionen; bewirkt u.a. eine Gefäßweitstellung => Durchblutungssteigerung)
- **Beschleunigte Regeneration („Reparatur“) eines mechanisch beschädigten Zellrasens** („Wundheilung in vitro“)

## **Intensive Stimulation des Blutflusses in Fingern von gesunden Probanden nach einer 5-minütigen Behandlung der Hand**

- **Erhöhung der Mikrozirkulation auf 137% der Kontrollwerte ( $p < 0.001$ )**  
(Laser Doppler Perfusion Imaging Technique)
- **Der Effekt ist noch einige Minuten nach Behandlung nachweisbar**
- **Kein statistisch signifikanter Effekt des statischen Magnetfelds**  
(MAGCELL ausgeschaltet!)

(=> Eine Magnetfeldtherapie mit Permanentmagneten ist praktisch wirkungslos!)

# Enhancement of microcirculation by the MagCell<sup>®</sup> stimulator (Laser Doppler Perfusion Imaging Technique)



- A Control (device removed)
- B During treatment with a static magnetic field (device shut off)
- C During treatment with an alternating magnetic field (device in operation)
- D Immediately after treatment (C)
- E 2 minutes after treatment (C)



# Behandlung von Patienten mit diabetischem Fußsyndrom

- 4D Doppler Sonographie
- Die Blutflussgeschwindigkeiten (cm/sec) verschiedener peripherer Arterien erhöhen sich auf normale Werte:

	<b>vor</b>	<b>nach 3 Wochen Behandlung</b>
A. fibularis	2,48	17,30
A. tibialis posterior	5,84	8,57
A. dorsalis pedis	2,76	6,59
A. interdigitalis [*]	2,48	17,30

[\*] Sonogramme

vorher

nachher

