

## Mechanismen der Krebsbeeinflussung durch EMF

Eine japanische Arbeitsgruppe ermittelte molekulare Mechanismen, mit denen niederfrequente Magnetfelder den krebs-schützenden Effekt des Melatonins beeinträchtigen. Danach wird die zelluläre Signalübermittlung von Melatoninrezeptoren zum Enzym Adenylatzyklase bereits bei Magnetfeldstärken von 1,2 Mikrottesla signifikant gestört.

Frühere Studien haben gezeigt, dass niederfrequente Magnetfelder (50 bzw. 60 Hz) den hemmenden Effekt von Melatonin auf die Wucherung von Brustkrebszellen (MCF-7-Zellen) beeinträchtigen können (Liburdy et al. 1993). Die erste Studie von Robert Liburdy aus dem Jahre 1993 war von einigen weiteren Arbeitsgruppen bestätigt worden. Der Wirkmechanismus war jedoch bisher unbekannt. Eine japanische Arbeitsgruppe um Masami Ishido vom nationalen Institut für Umweltstudien in Tsubakura untersuchte nun die Frage, wie diese Wirkung auf der molekularen Ebene zustande kommt.

Zunächst wiederholte sie frühere Studien. Danach hemmte Melatonin die Wucherung magnetfeldsensibler Brustkrebszellen der Linie MCF-7 um maximal 20-25 %. Diese Hemmung wurde durch ein niederfrequentes (50 Hz) Magnetfeld von 100  $\mu\text{T}$  im Vergleich zu Kontrollzellen um 0-15 % blockiert.

Ishido und Kollegen konnten 1 $\alpha$ -Melatoninrezeptoren auf diesen Zellen nachweisen. Eine niederfrequente Magnetfeldexposition von 100  $\mu\text{T}$  über 3, 5 und 7 Tage blockierte die Melatonin-induzierte Hemmung der Anhäufung des Botenstoffes cAMP in den Zellen. Diese Blockierung war zeitabhängig. So hemmte Melatonin die cAMP-Anhäufung in den Krebszellen je nach Dosis um maximal 41,9 %. Wurden die Zellen jedoch 3 Tage lang dem Magnetfeld ausgesetzt, so reduzierte sich diese Hemmung auf 27 %. Eine Exposition von einer Woche blockierte diese Hemmung sogar vollständig.

Die Exposition mit wesentlich geringeren Feldstärken von 1,2  $\mu\text{T}$  führte ebenfalls zu einer signifikanten Blockierung der Hemmung der cAMP-Anhäufung um maximal 37 %. Ishido und seine Kollegen schlossen daraus, dass niederfrequente Magnetfelder in der Lage sind, die zelleigene Signalübermittlung von Melatoninrezeptoren zum Enzym Adenylatzyklase zu unterbrechen, so dass vermehrt cAMP gebildet wird.

Zudem haben die Wissenschaftler gezeigt, dass verschiedene MCF-7-Zelllinien unterschiedlich empfindlich auf Magnetfelder reagieren. Dies kann Unterschiede zwischen den Ergebnissen verschiedener Labors erklären, die versucht haben, die ersten Studien von Liburdy und Kollegen aus dem Jahre 1992 zu wiederholen.

In ihrer Diskussion der Ergebnisse weisen die japanischen Autoren darauf hin, dass ein Defekt der Signalübermittlung zur Adenylatzyklase auch bei anderen Erkrankungen, wie etwa dem Bluthochdruck, eine Rolle spielt. Da Melatonin bei der Regulierung einer Anzahl physiologischer Prozesse beteiligt ist, könne eine Störung Melatonin-abhängiger Prozesse durch Magnetfelder möglicherweise zu einer Störung dieser Prozesse führen.

### Quellen:

1. Ishido M, Nitta H, Kabuto M. Magnetic fields of 50 Hz at 1.2  $\mu\text{T}$  as well as 100  $\mu\text{T}$  cause uncoupling of inhibitory pathways of adenylyl cyclase mediated by melatonin 1 $\alpha$  receptor in MF-sensitive MCF-7 cells. *Carcinogenesis* 2001;22(7):1043-1048.
2. Liburdy RP, Sloma TR, Sokolic R, Yaswen P. ELF magnetic fields, breast cancer, and melatonin: 60 Hz fields block melatonin's oncostatic action on ER+ breast cancer cell proliferation. *J Pineal Res* 1993;14:89-97.

## Kopfhörer im Vergleich

Vergleichstest von dynamischen Kopfhörern verschiedener Bauformen zur Belastung des Kopfbereichs durch niederfrequente Magnetfelder.

Der Kopfhörer HFI-2000 in der ULE-Ausführung (ultra low emission) wird von der Herstellerfirma Ultrason AG (Adresse: Im Thal 9, 82377 Penzberg, www.ultrasone.de) neben der Herausstellung akustischer Eigenschaften auch als besonders strahlungsarm beworben. In diesem Vergleichstest sollte u.a. überprüft werden, ob die vom Hersteller versprochene Verringerung des niederfrequenten Magnetfeldes um bis zu 95 Prozent in der Praxis erreicht wird.

Das besonders geringe magnetische Wechselfeld dieses Kopfhörers wurde durch Vergleichsmessungen mit einer zufälligen Auswahl von anderen ohrumschließenden Kopfhörern sowie offenen Bügelkopfhörern bestätigt. Bügelkopfhörer haben eine relativ kleine Hörmuschel, die außen auf dem Ohr aufliegt.

Die Messergebnisse sind in der Tabelle zusammengefasst:

**Tabelle:** Magnetfeldstärken in Mikrottesla beim Ultrason HFI-2000 ULE und sechs zufällig ausgewählten Vergleichskopfhörern

Kopfhörer	B-Feld $\mu\text{T}$	Bemerkungen
Modell 1	0,92	Bügelkopfhörer
Modell 2	1,45	Bügelkopfhörer
Modell 3	0,70	Bügelkopfhörer
Modell 4	0,46	ohrumschließend
Modell 5	0,34	ohrumschließend
Modell 6 (Funkkopfhörer)	1,00	ohrumschließend, erreicht auch bei Maximaleinstellung nicht die bei den anderen Kopfhörern verwendete Lautstärke
Ultrason HFI-2000 ULE	0,048	ohrumschließend, relativ hohe Lautstärke im Außenbereich

### Untersuchungsziel

Die meisten Lautsprecherboxen und Kopfhörer arbeiten mit dynamischen Wandlern, d.h. eine Magnetspule wird vom Wechselstrom des Tonsignals durchflossen und treibt eine Membran an, die den hörbaren Ton erzeugt. Zwangsläufig entsteht hierbei ein niederfrequentes Magnetfeld. Die Frequenzen entsprechen den Tonfrequenzen der Musik. Sie liegen im Bereich von 20 Hz bis 20 kHz. In diesem Test geklärt sollte werden, wie stark das Ohr und die umgebenden Kopfbereiche von diesem Magnetfeld erreicht werden.

### Durchführung

Die Messung wurde durchgeführt mit einem Magnetfeldmessgerät Fauser FM 6. In die Kopfhörer wurde ein normales Musiksignal eingespeist, das einen weitgehend einheitlichen Lautstärkepegel aufwies. Die Messungen wurden bei relativ hoher Lautstärke durchgeführt, um das Signal deutlich vom Untergrund trennen zu können. Die Messsignale wurden jeweils mit einem Oszilloskop kontrolliert.

Um die unterschiedlichen Empfindlichkeiten der einzelnen Kopfhörer auszugleichen, wurde am Verstärker die Lautstärke stets so eingestellt, dass sich subjektiv ein gleich lauter Höreindruck ergab. Mit der Sonde des Magnetfeldmessgerätes wurde dann auf der dem Kopf zugewandten Seite der Hörmuschel das maximale Magnetfeld ermittelt. Die so ermittelten Magnetfeldwerte sind in der Tabelle angegeben.

Hierbei ist weniger die absolute Höhe von Interesse - da diese stark lautstärke-abhängig ist - als die Relation zwischen den einzelnen Modellen. Die durch die meisten Kopfhörer im Ohrbereich erzeugten Magnetfelder sind zwar kleinräumig, dafür aber auch, zumindest bei hoher Lautstärke ziemlich hoch, verglichen mit anderen elektronischen Geräten, die in Haushalten vorkommen und relativ lange auf den Menschen einwirken.

## Ergebnis

Insbesondere fällt auf, dass das vom Ultrason HFI-2000 im Kopfbereich erzeugte Magnetfeld verglichen mit typischen „normalen“ Kopfhörern um einen Faktor 10 bis 20 geringer ist, so dass die Aussage des Herstellers zutrifft. Einzelne Kopfhörer-Modelle erzeugen für die gleiche Lautstärke sogar um den Faktor 30 höhere Magnetfelder in der Umgebung des Ohres. Selbst die feldärmsten der anderen getesteten Kopfhörer liegen noch um einen Faktor 5 höher.

## Empfehlungen

Wenngleich wissenschaftlich bisher sehr wenig über die gesundheitlichen Auswirkungen kleinräumig einwirkender Magnetfelder bekannt ist, so kann aus Gründen des vorsorgenden Gesundheitsschutzes auch in diesem Bereich nur empfohlen werden, unnötige Belastungen mit niederfrequenten Magnetfeldern zu vermeiden. Insbesondere sollte hierbei beachtet werden, dass die Frequenzen eines typischen Musiksignals (Hauptintensität im Bereich von einigen hundert bis einige tausend Hertz) grob gesagt um den Faktor 10 bis 100 höher liegen als die 50 Hz-Frequenz des üblichen technischen Wechselstroms und daher - bei gleichem Magnetfeldwert in  $\mu\text{T}$  - auch die hiervon im menschlichen Körper induzierten Ströme um den Faktor 10 bis 100 höher ausfallen.

## Therapeutische Anwendungen

# Niederfrequente Magnetfelder in der Therapie

**In den vergangenen Jahren wurden immer wieder einzelne Publikationen zum Einsatz niederfrequenter Magnetfelder in der medizinischen Behandlung von Erkrankungen veröffentlicht. Die verwendeten Felder werden vor allem erfolgreich zur lokalen Anregung des Gewebestoffwechsels, etwa bei der Knochenheilung, eingesetzt. Dagegen stellt die medizinische Verwendung statischer Magnetfelder zwar ein altes, allerdings umstrittenes Heilverfahren dar, da trotz vieler Anwendungsgebiete Heilungserfolge bisher überwiegend nicht nachweisbar waren (Basford 2001).**

Im Folgenden sollen drei weitere Untersuchungen vorgestellt werden, zwei zur Behandlung der Arthritis des Kniegelenks und eine zur Beschleunigung des Heilungsprozesses nach Darmoperationen.

## Osteoarthritis des Kniegelenks

Eine Studie, die vom Institut für theoretische Physik und biophysikalische Forschung in Jupiter, Florida (USA), geleitet wurde, untersuchte die Wirksamkeit von extrem niederfrequenten Magnetfeldern auf 175 Patienten mit Knieschmerzen aufgrund von Arthritis bzw. Osteoarthritis (Segal et al. 2001). Die aktive Behandlung bestand aus einer sechsminütigen Exposition mit einem Magnetfeld. Diese wurde während einer Behandlungssitzung achtmal wiederholt, so dass sich eine 48-minütige Expositionsdauer ergab.

Innerhalb von zwei Wochen wurden acht solcher Sitzungen durchgeführt. Es wurden geringe Magnetfeldstärken mit Frequenzen zwischen 7,7 und 0,976 Hz eingesetzt. Die Patienten gaben eine signifikant stärkere Reduzierung der Schmerzen nach der aktiven Behandlung an (um 46 %) als nach einer Placebo-Sitzung (8 %).

## Rheumatoide Arthritis

Eine weitere Studie mit einem ähnlichen Studienkollektiv wurde an der Medizinischen Fakultät der Vanderbilt Universität in Nashville (USA) durchgeführt (Jacobson et al. 2001). Allerdings wurden keine Wechselfelder sondern statische Magnetfelder eingesetzt. In die Studie waren 64 Patienten mit rheumatoider Arthritis aufgenommen worden, die trotz der Einnahme von Medikamenten an starken Schmerzen in den Kniegelenken litten. Dabei wurden sogenannte MagnaBlocs eingesetzt, die eine Woche lang um die Kniegelenke der Teilnehmer gebunden wurden. Die mit dem aktiven MagnaBloc behandelten Patienten gaben im Vergleich mit den mit dem Placebo-MagnaBloc behandelten Teilnehmer eine stärkere Reduzierung der Schmerzen an (40,4 % gegenüber 25,9 %). Allerdings war dieser Unterschied statistisch nicht signifikant. Nach einer Woche fühlte sich die Magna-Bloc-Gruppe signifikant besser als die Placebo-Gruppe.

## Gewebeheilung des Darmes

Wissenschaftler der Abteilung für Kinderchirurgie der medizinischen Fakultät der Universität Mersin (Türkei) haben in Studien mit Ratten untersucht, wie sich ein elektromagnetisches Feld von 50 Hz auf die Heilung des Darmes nach einer Operation auswirkt. Im Dünn- und Dickdarmbereich wurde der Darm durchtrennt und wieder zusammengenäht. Anschließend wurden die Tiere einem 10,76 Millitesla starken magnetischen Wechselfeld in Zyklen von „2 Stunden an - 10 Stunden aus“ ausgesetzt. Nach sieben Tagen fand sich ein deutlich verbessertes Heilungsverhalten in Dünn- und Dickdarm bei den EMF-exponierten Tieren.

## Literatur

1. Basford JR. A historical perspective of the popular use of electric and magnetic therapy. Arch Phys Med Rehabil 2001 Sep;82(9):1261-1269.
2. Jacobson JI, Gorman R, Yamanashi WS, Saxena BB, Clayton L. Low-amplitude, extremely low frequency magnetic fields for the treatment of osteoarthritic knees: a double-blind clinical study. Altern Ther Health Med 2001;7(5):54-64, 66-69.
3. McLean MJ. Two configurations of static magnetic fields for treating rheumatoid arthritis of the knee: a double-blind clinical trial. Arch Phys Med Rehabil 2001 Oct;82(10):1453-1460.
4. Segal NA, Toda Y, Huston J, Saeki Y, Shimizu M, Fuchs H, Shimaoka Y, Holcomb R, Nayci A, Cakmak M, Aksoyek S, Renda N, Yucesan S. Comparison of electromagnetic field stimulation on the healing of small and large intestinal anastomoses. Dis Colon Rectum 2001;44(8):1181-1188.

## Impressum – Elektromog-Report im Strahlentelex

Erscheinungsweise: monatlich im Abonnement mit dem Strahlentelex  
**Verlag und Bezug:** Thomas Dersee, Strahlentelex, Rauxeler Weg 6, D-13507 Berlin, ☎ + Fax 030 / 435 28 40. Jahresabo: 58 Euro.

### Herausgeber und Redaktion:

nova-Institut für politische und ökologische Innovation, Hürth  
 Michael Karus (Dipl.-Phys.) (V.i.S.d.P.), Monika Bathow (Dipl.-Geogr.), Dr. med. Franjo Grotenhermen, Dr. rer. nat. Peter Nießen (Dipl.-Phys),

**Kontakt:** nova-Institut GmbH, Abteilung Elektromog,  
 Goldenbergst. 2, 50354 Hürth, ☎ 02233 / 94 36 84, Fax: / 94 36 83  
 E-Mail: EMF@nova-institut.de; <http://www.EMF-Beratung.de>;  
<http://www.HandyWerte.de>; <http://www.datadiwan.de/netzwerk/>