

# ElektrosmogReport

Fachinformationsdienst zur Bedeutung elektromagnetischer Felder für Umwelt und Gesundheit

14. Jahrgang / Nr. 10

www.elektrosmogreport.de

Oktober 2008

## Hochfrequenzforschung

### Pränatale Einwirkung von 900 MHz auf das Hirn von Ratten

**Elektromagnetische Felder verändern die Bildung und Differenzierung von neuronalen Stammzellen und die Zellzahl während der Embryonalentwicklung bei Ratten, wenn diese im Mutterleib mit 900-MHz-Feldern bestrahlt werden.**

Elektromagnetische Felder hemmen die Produktion und Differenzierung von neuronalen Stammzellen in der Embryonalentwicklung, das haben verschiedene Experimente gezeigt. Diese Experimente hier sollten in Geweben einer speziellen Region des Hippocampus (Gyrus dentatus) von Ratten untersuchen, ob sich Unterschiede ergeben zwischen bestrahlten und unbestrahlten Tieren. Die Bildung der meisten Hirnregionen erfolgt während eines frühen Stadiums in der Schwangerschaft und ist bei der Geburt abgeschlossen. Deshalb können viele Nervengewebe bei Verlust oder Schädigung später nicht nachgebildet werden. Manche jedoch, wie die Zelltypen des Gyrus dentatus im Hippocampus, werden regeneriert. In dieser Region beginnt die Neurogenese in der Schwangerschaft und wird nach der Geburt fortgesetzt bis in das Erwachsenenalter, dann aber mit geringerer Rate. Die Haupt-Zelltypen im Gyrus dentatus sind die Granulazellen. Viele dieser Zellen werden bei Ratten in der dritten Woche nach der Geburt gebildet. EMFs erzeugen Zelltod und hemmen die Differenzierung von neuronalen Stammzellen. Deshalb können Störungen dieser Entwicklung zu Veränderungen des Verhaltens- und Lern- und Erinnerungsvermögens führen. Die Regionen des Hippocampus sind empfindlich gegen Störungen in der Entwicklung auch durch elektromagnetische Felder, die u. a. zu Veränderungen in der synaptischen Plastizität, Neurotransmitterausschüttung und dem Lern- und Erinnerungsvermögen führen können. Ob die elektromagnetischen Felder die Entwicklung der Granulazellen stören, was zu Verhaltens- und Lernauffälligkeiten führen kann, war der Ansatz dieser Experimente.

Zunächst wurden männliche und weibliche Tiere zusammengesetzt. Nach erfolgter Befruchtung der 6 Weibchen wurden diese vereinzelt und in zwei Gruppen geteilt. Es folgte die tägliche einstündige EMF-Behandlung während der gesamten Schwangerschaft (SAR 2 W/kg, durchschnittliche Feldstärke  $1 \pm 0,4 \text{ mW/cm}^2$ ). Es entwickelten sich 14 Nachkommen der Kontrolltiere und 15 bei den feldexponierten Tieren. Von den Nachkommen wurden 11 Tiere (5 der Kontrollen und 6 der exponierten Tiere) nach 4 Wochen getötet und die Hirne untersucht. Nach Färbung der Gewebeschnitte zeigten sich deutliche Unterschiede. In den Hirnen der bestrahlten Tiere waren veränderte Neuronen zu sehen und es zeigten sich Zellverluste im Gyrus dentatus durch die pränatale Feldbehandlung. Die Granulazellen waren deutlich vermindert und es waren viele

dunkel gefärbte Neuronen zu sehen. Die Hirne der Kontrolltiere waren völlig normal. Die Wissenschaftler vermuten, dass die 900-MHz-Einwirkung die Differenzierung der neuronalen Stammzellen hemmt und den Zelltod während der Embryonalentwicklung induziert.

**Quelle:** Odaci E, Bas O, Kaplan S (2008): Effects of prenatal exposure to a 900 MHz electromagnetic field on the dentate gyrus of rats: a stereological and histopathological study. Brain Research doi: 10.1016/j.brainres.2008.08.013

## Epidemiologie/Elektrosensibilität

### Zeitliche Änderung der Elektrosensibilitätsrate

**Seit mehreren Jahren verfolgen Wissenschaftler an der TU Graz die Entwicklung der Elektrosensibilität in Österreich. Nun gibt es Ergebnisse einer neuen Umfrage, die zeigt, dass die Elektrosensibilität in der Bevölkerung zugenommen hat.**

Über die Jahre haben Wissenschaftler in Graz verfolgt, wie die Zahl der Menschen steigt, die an unspezifischen Symptomen wie Kopfschmerzen, Schlafstörungen und Konzentrationsschwäche leiden. Die Daten wurden durch Fragebogenaktionen erhoben. Da es oft keine medizinischen Erklärungen gibt, nehmen immer mehr Personen an, dass sie elektrosensibel sind und die elektromagnetische Umweltverschmutzung die Ursache für diese Probleme ist. Die Diskussionen darüber, ob solche Symptome durch EMF hervorgerufen werden können, dauern an.

Die Ergebnisse von den Telefoninterviews der neuen Studie, die die gesamten Einwohner von Österreich umfasste und 526 Personen einbezog, wurden mit denen einer in 1994 durchgeführten Studie verglichen. Von den 526 Personen hatten 460 (88 %) alle Fragen beantwortet, 66 Personen (12 %) verwei-

## Weitere Themen

### Fibroblasten im elektrischen Feld, S. 2

Wenn Fibroblasten einem elektrischen Feld ausgesetzt sind, werden viele Gene in ihrer Aktivität verändert.

### Membranen im elektrischen Feld, S. 2

An künstlichen Lipidvesikeln, die Zellmembranen ähneln, kann man die Reaktionen auf elektrische Felder studieren.

### Warnung vor Handygebrauch von Kindern, S. 3

Prof. Lennart Hardell befürchtet stark erhöhte Hirntumorraten bei Kindern, wenn diese früh ein Mobiltelefon benutzen.

gerten die Antwort auf manche Fragen. Das Interview dauerte bei den nicht Elektrosensiblen etwa 20 Minuten, bei den Elektrosensiblen 10 Minuten länger. Als Hauptquellen für die Belastung werden Hochspannungsleitungen und Basisstationen des Mobilfunks (75–80 %) genannt, an 3. Stelle Computer-Monitore und an 4. Stelle das Mobiltelefon. (ca. 44 %). Halogenlampen, Babyphon und Eisenbahn sind kein Problem für die meisten Österreicher, sie werden nur zu 4,5–2,5 % genannt.

1994 hatten 24 % sich selbst als elektrosensibel bezeichnet, 2008 waren es 30 %. Die neue Studie zeigte einen Prozentsatz von Elektrosensiblen von 3,5 % gegenüber 2 % im Jahr 1994. Das ist fast eine Verdoppelung. 70 % der Befragten glauben, dass elektromagnetische Felder ein Gesundheitsrisiko darstellen. Mehr als 30 % meinten, dass die Felder des Mobilfunks und von Hochspannungsleitungen zumindest zum Teil für Befindlichkeitsstörungen verantwortlich sind. Nur 10 % der Befragten haben sich um spezielle Informationen darüber bemüht. Oft sind die Medien Auslöser für die Befürchtungen. Die Autoren schlussfolgern, dass die Befürchtungen in der Bevölkerung nicht abnehmen, obwohl die Forschung erbrachte, dass es keine Gesundheitsrisiken bei Einhaltung der Grenzwerte gibt.

**Quelle:** Leitgeb N, Schroettner J (2008): Sensitivity to electricity – Temporal changes in Austria. BMC Public Health 8, 310; doi:10.1186/1471-2458-8-310 Published: 12 September 2008; vorläufige Publikation [www.biomedcentral.com/1471-2458](http://www.biomedcentral.com/1471-2458)

#### Zellforschung mit statischen Feldern

## Fibroblasten verändern Transkripte im elektrischen Feld

**Bei der Einwirkung von statischen elektrischen Feldern auf Zellkulturen zeigen sich deutliche Unterschiede zu den unbehandelten Zellen. Die Reaktionen der Zellen in Bezug auf die Transkription sind zahlreich.**

Schon häufig wurde nachgewiesen, dass elektrische Felder bei der Wundheilung eine stimulierende Wirkung auf Fibroblasten ausüben. Elektrische Felder erscheinen natürlicherweise sofort bei der Entstehung einer Wunde und werden im Verlauf der Heilung schwächer. Welche Vorgänge dabei eine Rolle spielen, ist weitgehend unbekannt. Bekannt ist, dass verschiedene Formen der elektrischen Felder Bewegung, Wachstum und Proteinsynthese der Zellen beeinflussen. Um die Vorgänge genauer charakterisieren zu können, wurde die Genexpression der Zellen untersucht, nachdem auf diese ein statisches elektrisches Feld von 100 mV/mm einwirkte. Im Vergleich zu den unbehandelten Kontrollzellen waren 164 Genprodukte signifikant angestiegen, demgegenüber waren 302 Produkte signifikant vermindert. Die Funktionen der Genprodukte haben zu tun mit Zellwachstum und -differenzierung, Entzündungen und Immunantwort, Zellanheftung und Zellbewegung, Aktivierung und Hemmung der Apoptose, verschiedenen Aktivatoren und Repressoren, Signalketten, Zellzyklus, Proteinmodifikation und -biosynthese. Während der Heilung werden verschiedene Gene in den Fibroblasten an- und abgeschaltet. Künstlich erzeugte Felder können demnach die Heilung bei nicht oder schlecht heilenden Wunden verbessern, indem sie die natürlichen Felder verstärken.

**Quelle:** Jennings J, Chen D, Feldman D (2008): Transcriptional Responses of Dermal Fibroblasts in Direct Current Electric Fields. *Bioelectromagnetics* 29, 394–405

#### Grundlagenforschung

## Veränderungen an Lipidvesikeln durch elektrische Felder

**Abhängig von der einwirkenden Frequenz, der Ionenstärke und der Leitfähigkeit in der Umgebung nehmen Lipidvesikel verschiedene Formen an, wenn sie einem elektrischen Feld ausgesetzt sind.**

Die Orientierung von Zellen und künstlichen Lipidvesikeln im elektrischen Feld ist seit langem bekannt. Die Zellen und Membranpartikel ordnen sich parallel oder quer zur Feldrichtung an, in anderen Fällen verformen sich die Zellen. Die unterschiedlichen Reaktionen sind vielleicht auf die verschiedene Elastizität der Membranen oder die Bindung an das Zellskelett zurückzuführen. Bekannt ist, dass die Orientierung und Verformung der Zellen von der Leitfähigkeit abhängt. Um genauere Informationen über das Spektrum der Reaktionen zu erhalten, wurden in der vorliegenden Studie große Lipidvesikel verwendet. Die aus Eigelb erzeugten Riesenvesikel wurden in Salzkonzentrationen von 0,01–100 mM gehalten und elektrischen Wechselfeldern von  $10^2$ – $10^8$  Hz ausgesetzt. Bevor ein Feld angelegt wird, sind die Vesikel kugelig bzw. nahezu kugelig. Wirkt ein Feld ein, verformen sich die Vesikel, und zwar je nach Salzkonzentration und Frequenz auf verschiedene Weise. Sie werden entweder in Richtung der Zellpole gestreckt oder abgeplattet, sodass sie jeweils eine ovale Form annehmen. Oder sie werden in beiden Richtungen verformt, wodurch sie wieder kugelig erscheinen, aber einen geringeren Durchmesser haben. Das passiert bei mittleren Frequenzen von 5 KHz bis 5 MHz. Ab 5 MHz werden sie wieder kugelig.

Es gibt also 4 verschiedenen Zustände, die Zellen bzw. Vesikel annehmen können: kugelig (die normale Form), an den Polen zusammengedrückt, am „Bauch“ zusammengedrückt und beides. Der Übergang von der einen in die andere Form hängt von der Leitfähigkeit, also der Ionenstärke, und der Frequenz ab. Im Prinzip werden die Vorgänge, die zum Übergang von der einen in die andere der 4 verschiedenen Formen führen, nicht verstanden. Eine Rolle spielen dabei wohl die unterschiedlichen hydrodynamischen Druckverhältnisse und die Asymmetrie der Leitfähigkeit durch die Membran.

**Quelle:**

Aranda S, Riske KA, Lipowsky R, Dimova R (2008): Morphological transitions of vesicles induced by alternating electric fields. *Biophysical Journal: Biophysical Letters* 2008; 95 (2): L19–L21

#### Epidemiologie am Arbeitsplatz

## EMF im italienischen nationalen Krebsinstitut

**Im italienischen Nationalen Krebsinstitut wurden die Belastungen mit elektromagnetischen Feldern der Mitarbeiter und Patienten in verschiedenen Räumen gemessen und in Beziehung zu den Grenzwerten und internationalen Empfehlungen gesetzt. Zweck: Die Mitarbeiter in Gesundheitsberufen sollen EMF-Quellen aufspüren und Maßnahmen ergreifen, um empfindliche Patienten zu schützen. Die gemessenen Werte sind überwiegend als gering eingestuft worden.**