

# Strahlentelex mit **ElektrosmogReport**

Fachinformationsdienst zur Bedeutung elektromagnetischer Felder für Umwelt und Gesundheit

12. Jahrgang / Nr. 6

www.elektrosmogreport.de

Juni 2006

## Pflanzenforschung

### Elektromagnetische Felder beeinträchtigen das Wachstum von Gerste

**Wenn ein statisches Magnetfeld und zusätzlich 50-Hz-Felder auf keimende Gerstensamen einwirken, werden Wachstum und Entwicklung der Pflanzen nachhaltig gestört. Auch noch 10 Wochen nach der Feldeinwirkung hatten die Pflanzen die Defizite nicht ausgeglichen.**

Die Ausgangsüberlegung war, dass Kalzium-Ionen eine bedeutende Rolle beim Wachstum von Pflanzen spielen. Bekannt ist, dass elektromagnetische Felder das Verhalten dieser Kalzium-Ionen beeinflussen. Nach dem Zyklotron-Resonanz-Modell (englisch: ICR = Ion cyclotron resonance) werden die Ionen (geladene Teilchen in wässriger Lösung) mit bestimmten Frequenzen auf Kreisbahnen bewegt. Dort werden Elektronen festgehalten, wenn elektromagnetische Felder einwirken. Bei Resonanzfrequenzen wird die Energie auf die Ionen übertragen. Dadurch entsteht eine biologische Wirkung. Künstliche magnetische Felder, z. B. die von 50/60 Hz, die die geomagnetischen Felder überlagern, lösen diese Zyklotron-Resonanzwirkungen aus. Kalzium-Ionen sind an vielen Prozessen in biologischen Systemen beteiligt: an Regulations- und Transportvorgängen, die bei Wachstum und Entwicklung wichtig sind.

Das Experiment wurde unter der Einwirkung von einem statischen Feld (100  $\mu\text{T}$ ) und von 50-Hz-Wechselfeldern verschiedener Feldstärken (55–75  $\mu\text{T}$ ) durchgeführt. Die Kontrollpflanzen wuchsen unter normalen Bedingungen heran (Erdmagnetfeld). Ein weiterer Ansatz entwickelte sich in einem kompensierten Feld, sodass keine Feldbelastung herrschte. Untersucht werden sollte, ob bei Gestalt, Gewicht und Pigmentbildung (Chlorophylle, Carotinoide u. a.) der Pflanzen unter der Einwirkung von den kombinierten Feldern ein Unterschied in der Entwicklung zu finden ist. Es wurden sowohl die frühen Entwicklungsstadien (5 und 6 Tage) als auch die Langzeitentwicklung (10 Wochen später) untersucht.

Je 5 g Gerstensamen wurden zur Keimung im Dunkeln bei 21°C gehalten und täglich gewogen. (Im Dunkeln gehaltenen Pflanzen weisen das typische gelb-weiße – etiolierte – und dünne Wachstum auf, und erst bei Belichtung wird der grüne Farbstoff gebildet.)

Nach 5 Tagen wurde ein Teil der Pflanzen aus dem jeweiligen Gefäß entnommen und auf verschiedene Parameter untersucht, um das frühe Entwicklungsstadium zu erfassen. 24 h später wurden wieder Proben entnommen und untersucht, und zwar ein Teil aus den im Dunkeln gehaltenen Pflanzen, während die anderen 24 h im Licht gewachsen waren. Der Rest der Pflanz-

zen wurde im Licht unter normalen Bedingungen im Gewächshaus gehalten, um die weitere Entwicklung zu verfolgen.

**Ergebnisse:** Der Wuchs der mit den Magnetfeldern behandelten Pflanzen (ICR-Pflanzen) war gegenüber den Kontrollpflanzen 15–20 % und das Gewicht 10–12 % geringer. Die Koleoptilen (Wachstumsspitzen bei Gräsern, zu denen Gerste gehört) waren gestreckter und brauchten länger, bis sie aus den Primärblättern herauskamen. Die Untersuchung der Pigmente ergab, dass die Konzentration in den feldbelasteten Pflanzen signifikant verringert war gegenüber denen der Kontrollen.

Nach den ersten beiden Laboruntersuchungen (5 und 6 Tage) wurden die Pflanzen im Licht unter normalen Bedingungen weiterkultiviert. Es zeigte sich bei den bestrahlten Pflanzen eine bleibende Wachstumsverzögerung und eine Neigung zum Welken, die auch nach mehreren Wochen noch erhalten war.

Sprosslänge und Gewicht der Pflanzen war bei den Kontrollpflanzen durchweg signifikant größer als bei den ICR-Proben (19 % nach 5 Tagen und 15 % nach 6 Tagen), die Koleoptilen länger (12 %) und sie steckten fester in den umgebenden Blättern.

Der Wasserverlust war bei den Kontrollen um 33 % höher als bei den EMF-behandelten Pflanzen, bei den feldfreien (0  $\mu\text{T}$ ) Pflanzen sogar um 50 % höher. In den ICR-Pflanzen war die Trockenmasse 12 % größer als in den Kontrollen (Blätter und Wurzeln gleichermaßen). Die Bestimmung des Frischgewichtes ergab bei den Kontrollen höhere Werte: nach 5 Tagen 12 % und nach 6 Tagen 10 % mehr. Wachstum und Blattmasse war somit signifikant beeinflusst durch die elektromagnetischen Felder.

Eines der Experimente wurde mit verschiedenen Feldstärken des 50-Hz-Magnetfeldes durchgeführt (Gradienten-Experiment). In diesem Gradienten-Experiment war der Effekt bei 65  $\mu\text{T}$  am größten, d.h. die bei Wachstum und Inhaltsstoffen ergaben sich die größten Unterschiede zwischen ICR- und Kontroll-Pflanzen.

Bei den gebildeten Pigmenten (Farbstoffe, die bei der Photosynthese eine Rolle spielen, Chlorophylle, Xanthine, Carotine

## Weitere Themen

### „Schlaue Netze“ bewahren Haie vor dem Tod, S. 3

Starke Magnete sollen verhindern, dass Haie sich in Fischernetzen verfangen.

### Zink vermindert EMF-Schäden, S. 2

Bei Ratten findet man in Hirngewebe, roten Blutkörperchen und Blutplasma geringere Schäden, wenn Zink-Ionen verabreicht werden.

### Mobilfunk als Thema in der Schule, S. 3

Das Unterrichtsmaterial für den Schulunterricht des Bundesamtes für Strahlenschutz behandelt das Thema Handy umfassend, die Gesundheit kommt aber etwas zu kurz.

und Lutein) waren die Gehalte in den Kontrollen generell höher: Der Chlorophyllid-Gehalt war nach 5 Tagen 24 % und nach 6 Tagen 25 % höher, der der Carotinoide um 15 % bzw. 18 % höher.

Die Umbildung der Chlorophyllide nach Belichtung der im Dunkeln gehaltenen Pflanzen (Shibata-shift) war bei den ICR-Pflanzen verzögert, nach 7 Minuten stark, nach 20 Minuten hatten sie aufgeholt. (Der Shibata-Shift ist ein Maß für die Umbildung der Chlorophyll-Vorstufen in lichtwirksames Chlorophyll.)

Die etiolierten Blätter wurden 10 Sekunden mit 1500 W/m<sup>2</sup> normalem Licht bestrahlt. Ergebnis: Signifikant verzögerte Regeneration der Chlorophyllbildung in den ICR-Pflanzen nach 180 Minuten (84 % gegenüber 96,5 % in Kontrollen).

Nach diesen Untersuchungen waren noch 50 % der Pflanzen übrig. Diese wurden unter Normalbedingungen weiterkultiviert. Am Tag 12 (eine Woche nach der 1. Untersuchungsreihe) wurde wieder mit UV-Spektroskopie untersucht. Der Gehalt an Chlorophyll a+b betrug in den ICR-Pflanzen 71,4 % von dem der Kontrollen, das Verhältnis von Chlorophyll a zu Chlorophyll b war aber bei beiden gleich.

Bei der mikroskopischen Untersuchung konnten in den ICR-Pflanzen mehr vereinzelte Chloroplasten und mehr freies Chlorophyll gefunden werden, was nach einer Schädigung der Chloroplasten aussieht.

Nach 10 Wochen des Wachstums unter normalen Licht- und Temperaturbedingungen waren immer noch Unterschiede zu sehen: weniger Wachstum, gelbe Blätter und Trockensymptome bei den ICR-Pflanzen. Die Wasseraufnahme scheint gestört zu sein, was zu Trockenstress führt. Dies ist möglicherweise die Ursache für das verzögerte Wachstum, hervorgerufen durch das 50-Hz-Wechselfeld.

Die Wissenschaftler folgern aus den Experimenten: Insgesamt könnte die Austrocknung der Gerstenpflanzen, die den Feldern ausgesetzt waren, die Effekte erklären. Die Frage ist, ob es ein Regulationsproblem ist oder ob die Eigenschaften der Elektrolyte, z. B. die veränderte Verfügbarkeit von Kalzium-Ionen, induziert durch elektromagnetische Felder, dafür verantwortlich sind. Oder es könnten veränderte Viskositätsbedingungen sein, die den Wassertransport behindern. Man kann sich vorstellen, dass diese feldinduzierten Wasserdefizite in den Zellen auch in anderen Organismen vorkommen; insbesondere, wenn die Zyklotron-Effekte durch Wasser-Ionen selbst erzeugt werden und nicht durch Proteine oder Lipidmembranen.

#### Quelle:

Pazur A, Rassadina V, Dandler J, Zoller J (2006): Growth of etiolated plants in weak static and 50 Hz electromagnetic fields tuned to calcium ion cyclotron resonance. BioMagnetic Research and Technology 4 (1); Download: [www.biomagres.com/content/4/1/1](http://www.biomagres.com/content/4/1/1)

#### Tierforschung

## Magnetfelder schützen Haie vor dem Tod im Fischernetz

**Ein Forscher wurde mit einem Preis ausgezeichnet, weil er eine Erfindung gemacht hat, die Haie davon abhalten kann, in Fischernetze zu geraten. Die Auszeichnung wird vom WWF (World Wide Fund for Nature) verliehen, der seit 2004 den Wettbewerb „Schlaue Netze“ durchführt.**

Es klingt paradox. Man weiß, dass immer wieder Tiere durch störende künstliche Magnetfelder abgelenkt werden und auf

den Wegen zu ihren Brutplätzen in die Irre geführt werden. Bekannt ist, dass Meeresschildkröten, Zugvögel, Bienen und Wale mit Hilfe des Erdmagnetfeldes ihre Zielgebiete finden. Man geht davon aus, dass winzige Magnetitkristalle (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) in den Zellen bestimmter Gewebe dabei eine Rolle spielen.

Doch durch die Erfindung des Amerikaners Michael M. Herrmann von der amerikanischen Organisation „SharkDefense“ kann die Wirkung von Magnetfeldern nutzbringend für Tiere eingesetzt werden. Die Idee: Kleine, sehr starke Magnete werden oberhalb der Angelhaken am Netz angebracht. Haie sind sehr empfindlich gegenüber Magnetfeldern und so könnten sie abgeschreckt werden. Damit werden sie davor bewahrt, als „Beifang“ in die riesigen Netze zu gelangen und verletzt oder getötet zu werden.

Vor einigen Jahren haben Forscher von der Universität Hawaii nachgewiesen, dass Haie von Magnetfeldern beeinflusst werden. Das Experiment wurde mit Hammerhaien in einem Wasserbecken, das mit einer Spule zur Erzeugung eines Magnetfeldes umgeben war, durchgeführt. Die Tiere wurden darauf trainiert, zu einer definierten Futterstelle im Becken zu schwimmen, wenn das Magnetfeld vorhanden war. Die Haie waren somit konditioniert, Futter mit Magnetfeldern in Verbindung zu bringen. Nach einiger Zeit wurde das Magnetfeld zufallsmäßig eingeschaltet, und die Tiere schwammen bei eingeschaltetem Magneten zum Futterplatz, auch wenn kein Futter vorhanden war.

Die Forscher wissen nicht, welcher Art die Sensoren für die Magnetfelder bei Haien sind, Magnetit wurde nicht im Haigewebe gefunden. Man spricht von Elektro-Rezeptoren, deren Ort und Funktionsweise im Körper der Tiere aber noch nicht bekannt ist.

#### Quellen:

[www.umweltjournal.de/fp/archiv/AfA\\_technik/10465.php](http://www.umweltjournal.de/fp/archiv/AfA_technik/10465.php)

[www.wwf.de](http://www.wwf.de)

#### Forschung

## Zink vermindert die Effekte von elektromagnetischen Feldern

**Wenn Ratten zusätzlich mit Zink versorgt werden, wird die Zellschädigung durch elektromagnetische Felder reduziert. Die Forscher gehen davon aus, dass die Peroxidation beim Fettabbau vermindert wird und so die Zellmembranen weniger geschädigt werden.**

Viele Studien deuten darauf hin, dass eine der Wirkungen von Niederfrequenzfeldern die Bildung von Radikalen ist, was u. a. eine Schädigung der Zellmembranen zur Folge hat (s. S. 4). Um dies zu überprüfen, wurden bei diesem Experiment 24 männliche Ratten 6 Monate lang einmal pro Tag 5 Minuten lang mit 50-Hz-Feldern bestrahlt.

Die Tiere wurden in drei Gruppen eingeteilt.

Gruppe 1: Kontrollgruppe, die scheinexponiert und mit physiologischer Kochsalzlösung behandelt wurde.

Gruppe 2: Behandlung mit 50-Hz-Magnetfeldern und physiologischer Kochsalzlösung in die Bauchdecke (intraperitoneal).

Gruppe 3: Behandlung mit 50-Hz-Magnetfeldern und Zinklösung intraperitoneal.