

# ElektrosmogReport

Fachinformationsdienst zur Bedeutung elektromagnetischer Felder für Umwelt und Gesundheit

23 Jahrgang / Nr. 12

www.elektrosmogreport.de

Dezember 2017

## Geomagnetische Aktivität

### Biologische Wirkung von Störungen im Erdmagnetfeld

**Die beiden Autoren gehen davon aus, dass die Aktivität des Erdmagnetfeldes eine biologische Wirkung hat. In der Arbeit werden mögliche Mechanismen aufgezeigt, wie Organismen durch Sonnenwind, geomagnetische Stürme, Magneto- und Ionosphäre beeinflusst werden. Besondere Aufmerksamkeit galt der Idee, dass die geomagnetische Aktivität vom Organismus als Störung der tageszeitlichen geomagnetischen Schwankungen wahrgenommen wird, die Zeitgeber für den biologischen Tag-Nacht-Rhythmus sein könnten. Biologische Empfangsmoleküle für geomagnetische Stürme könnten Cryptochrome unter Beteiligung von Melatonin und dem Protein des Gens CG8198 sein.**

Das Erdmagnetfeld zeigt in ruhigen Phasen relativ gleichmäßige tägliche Schwankungen. Die geomagnetische Aktivität ist eine Störung des Erdmagnetfeldes, die durch Schwankungen der elektrischen Ströme in der Magneto- und Ionosphäre zustande kommt. Die Schwankungen verursacht vor allem der Sonnenwind, durch den dem Magneto-Ionosphäre-Strömungssystem mehr Energie zugeführt wird. Geomagnetische Stürme und Pulsierungen sind die sichtbaren Zeichen der Störungen im Erdmagnetfeld. Man glaubt, dass geomagnetische Stürme – extreme weltweit messbare Schwankungen des Erdmagnetfeldes – die stärksten biologischen Wirkungen von allen Störungen im Erdmagnetfeld haben. Ein typischer Magnetsturm ist charakterisiert durch 3 Phasen: anfangs eine langsame Steigerung der Stärke des Erdmagnetfelds in Nordrichtung, dann die Hauptphase mit einem dramatischen Abfall der Feldstärke und die Erholungsphase mit allmählicher Rückkehr zum Ruhezustand des Erdmagnetfeldes. Die Dauer von geomagnetischen Stürmen reicht von einigen Stunden bis mehreren Tagen.

1928 begann die Forschung fachübergreifend (Medizin, Biologie und Geophysik), bis heute gibt es etliche empirische Daten, die biologische Reaktionen zeigen, jedoch wurde lange aufgrund der sehr schwachen Erdmagnetfeldstörungen daran gezweifelt. Seit mehr als 20 Jahren haben empirische Ergebnisse mehr und mehr Hinweise geliefert, dass die Störungen im Erdmagnetfeld mit biologischen Parametern korrelieren. Es gab Versuche, Mechanismen zu finden, aber theoretische Überlegungen führten nicht zu zuverlässigen experimentellen Bestätigungen. Bis heute kennt man die Mechanismen nicht, wie Störungen im Erdmagnetfeld Organismen beeinflussen. Bezieht man Ergebnisse anderer Forschungsfelder mit neuen Ansätzen in die Überlegungen ein, kann man biologische Empfänger für die Schwankungen im Erdmagnetfeld benennen und zukünftiger Forschung den Weg

weisen. Bis jetzt ist schwierig, die Daten mit Auswirkungen auf Organismen in Verbindung zu bringen, es gibt viele Fehlerquellen. Ein Beispiel für glaubhafte Ergebnisse zeigte eine Untersuchung zur Herzratenvariabilität (HRV) mit 18 Freiwilligen, deren Werte von 1998–1999 gemessen und mit der geomagnetischen Aktivität verglichen wurden, die an 2 Stellen aufgezeichnet worden war (direkt am HRV-Gerät und 85 km entfernt). Bei einigen Personen konnte man Empfindlichkeit für die geomagnetische Aktivität feststellen. Auch andere Messungen an Kindern und Kaninchen zeigten schwache Korrelationen. Da alle unabhängige Studien waren, sind die Ergebnisse eher nicht zufällig, allerdings können andere Ursachen aus der Umgebung kommen. Experimente mit Tauben in den 1970–1980er Jahren ergaben, dass sie bei hoher geomagnetischer Aktivität abweichend von ihrer normalen Route nach Hause flogen. Andere Untersuchungen zeigten: Magnetstürme beeinflussen das Schmerzempfinden (an Mäusen erforscht), die Herzfähigkeit (Desynchronisation der Herzaktivität im Tag-Nacht-Rhythmus) und veränderten die Ultrastruktur der Herzmuskelzellen. Bei Zwiebeln fand man im Meristem der Wurzelspitzen mehr vielkernige Zellen, große Zellen mit großen Zellkernen und Riesenzellen mit Riesenkernen während der starken geomagnetischen Aktivität. Bei ganz verschiedenen Lebewesen können demnach verschiedene biologische Prozesse verändert werden, dazu gehören Verhalten, physiologische Charakteristiken der Herzfähigkeit, Zellveränderungen u. a.

Besondere Aufmerksamkeit sollte Melatonin geschenkt werden. Seit 1980 ist bekannt, dass Magnetfelder die elektrische Aktivität von bestimmten Zellen der Zirbeldrüse verändern, später wurde gefunden, dass durch Magnetfelder die Melatoninkonzentration in der Zirbeldrüse verändert wird. Daraufhin folgende Untersuchungen zeigten einen Zusammenhang des Melatonins mit der geomagnetischen Aktivität. Während geomagnetischer Stürme fand man geringere Anzahlen von Synapsen bei Tieren, bei Elektrikern war die Konzentration des Abbauprodukts von Melatonin, 6-OHMS, vermindert gegenüber ruhigen Phasen. Ein Wiederholungsexperiment bestätigte diese Ergebnisse. Ein anderes Experiment ergab verminderte Melatoninkonzentrationen bei gesunden Perso-

## Weitere Themen

### Rückgang der Honigbienen, S. 2

Zwei Arbeiten gehen dem Bienensterben durch vermehrt auftretende EMFs nach, die Autoren bitten Forscher und Bienenhalter, Experimente nachzumachen und die Ergebnisse zu übermitteln.

### Digitalisiertes Lernen, S. 3

Interview: Prof. Langkau kritisiert die Politik im Interesse der Industrie, weil Milliarden Euro für eine digitale Bildung verschleudert werden sollen, die fast nur Nachteile bringt.

nen, wenn die geomagnetische Aktivität hoch war. Außerdem fand man bei 52 Männern mit leicht erhöhtem Blutdruck (Stufe 2 unbekannter Ursache) einen signifikanten Anstieg des Blutdrucks und Abnahme des Melatonin-Gehaltes während hoher geomagnetischer Aktivität. Bei einer anderen Studie waren bei Patienten mit Bluthochdruck oder ischämischen Herzerkrankungen geringere Melatonin-Konzentrationen im Urin messbar während eines Magensturms. Da man weiß, dass Änderungen in der Melatonin-Konzentration Funktionen des Herz-Kreislauf-Systems und anderer physiologischer Abläufe beeinflussen, könnte man Melatonin-Änderungen für die meisten der Korrelationen mit der geomagnetischen Aktivität verantwortlich machen. Es gibt auch experimentelle Belege, dass saisonale geomagnetische Änderungen als Zeitgeber fungieren können für die Melatonin-Konzentrationen über lange Zeiträume (zeitliche Synchronisation). Ein großer Nachteil aller Studien ist, dass man als Kontrollen immer Ruhephasen der geomagnetischen Aktivität nahm, so dass andere Einflussfaktoren nicht betrachtet wurden. Es ist allerdings unmöglich, alle Parameter aus der Umgebung wie Luftdruck, elektrische Felder, Vibrationen von Geräuschen usw. einzubeziehen.

Neuere Experimente mit künstlichen Magnetstürmen an Wasserflöhen (*Daphnia magna*, eine Krebsart) und Fischen (Rotaugen) ergaben veränderte Entwicklung von Embryos, eine Studie mit natürlichem und künstlichem Magnetsturm ergab bei Ratten Blutdruckerhöhung bei erhöhter geomagnetischer Aktivität. Weitere Experimente mit Leinpflanzen (*Linum bienne*), Karpfenarten und Daphnien untersuchten die Frequenzbereiche der geomagnetischen Aktivität und ihre Wirkung. Man fand, dass die Bereiche unterschiedlich wirkten. Der Frequenzbereich des Magnetsturms von 0–5 Hz (Breitband) kann unterteilt werden in die Frequenzbereiche 0–0,001 und 0,001–5 Hz sowie die Pc1-Pulsationen (1 Hz, Amplitude 64 pT). Die meisten Einflüsse erfolgten gleichermaßen im Breitband und bis 0,001 Hz, wobei interessanterweise der untere Bereich genauso stark oder stärker war. Pc1-Pulsationen hatten keine signifikanten Auswirkungen.

Einige Mechanismen wurden vorgeschlagen, die die medizinischen und biologischen Wirkungen der geomagnetischen Aktivität erklären können, z. B. Felsgestein mit ferromagnetischen Bestandteilen könnte deformiert werden, der Radonaustritt wird erhöht mit biologischen Auswirkungen. Andere Forscher meinen, dass geomagnetische Pulsationen biologisch wirksam sind. Es könnte der Zeitgeber für den Tag-Nacht-Rhythmus, die Schumann-Resonanz (7,8 Hz), gestört werden. An dieser Hypothese könnte passen, dass erstens die täglichen Schwankungen der geomagnetischen Aktivität der Zeitgeber für den Tag-Nacht-Rhythmus sind und zweitens Störungen durch Magnetstürme biologisch wirksam sind. Das sollte überprüft werden.

Moleküle, die in die Wahrnehmung der geomagnetischen Aktivität involviert sein können, sind Melatonin, Cryptochrome und das Protein des Gens CG8198 in *Drosophila melanogaster* (Fruchtfliege). Die Abhängigkeit des Melatonin-Gehalts in Organismen von der geomagnetischen Aktivität ist die einzige biochemische Wirkung, die bisher in mehreren Studien unabhängig herausgefunden wurde. Melatonin ist ein einfach aufgebautes Signalmolekül, das nicht direkt durch Magnetwirkung betroffen ist, sondern durch Einwirkung von Magnetfeldern eine Änderung der Zirbeldrüse-Funktion herbeiführt, wodurch die Melatonin-Konzentration verändert wird. Die Melatonin-Konzentration spielt auch eine Rolle beim Tag-Nacht-Rhythmus. Auf Molekül-Ebene können Cryptochrome Empfangsmoleküle der schwankenden Erdmagnetfelder sein oder das Protein des Gens CG8198 in

*Drosophila* (homolog zum bakteriellen Eisen-Schwefel-Cluster-Assembly IscA1). Cryptochrome sind Blaulichtempfindliche Flavo-Proteine, die für die Orientierung von Zugvögeln wichtig sind, die sich nach dem Erdmagnetfeld richten (Radikalpaar-Magnetorezeption). Sie sind auch am Tag-Nacht-Rhythmus beteiligt und zwischen Cryptochromen und Melatonin gibt es Verbindungen, wie Experimente gezeigt haben. Das Protein CG8198 hält den Tag-Nacht-Rhythmus bei Fruchtfliegen aufrecht. In Experimenten wurde nachgewiesen, dass der Tag-Nacht-Rhythmus gestört ist, wenn das Protein nicht produziert wird.

Es ist also möglich, dass die tägliche geomagnetische Variation ein Zeitgeber für den Tag-Nacht-Rhythmus ist, und Tiere Magnetstürme wahrnehmen können als Störung des normalen Ablaufs dieser Variationen. Melatonin, Cryptochrome und CG8198 könnten an der Wahrnehmung der geomagnetischen Aktivität beteiligt sein. Diese 3 Moleküle sind als Elemente im Tag-Nacht-Rhythmus in Lebewesen weit verbreitet, was für die Universalität des angenommenen Mechanismus spricht. Deshalb kann Folgendes man stark annehmen:

1. Die Hauptphase der geomagnetischen Stürme kann mit Fluktuationsdynamiken der täglichen geomagnetischen Variationen zusammenfallen oder nicht. Die Stärke der biologischen Wirkung hängt mehr vom Zeitpunkt (den täglichen Schwankungen) des Magnetsturms ab als von seiner Stärke.
2. In der Evolution könnten Moleküle wie Cryptochrome für die Synchronisation vom Tag-Nacht-Rhythmus mit den täglichen Schwankungen des Erdmagnetfeldes entwickelt worden sein, danach entstand der Magnetsinn zur räumlichen Orientierung.

Zur Überprüfung der Hypothesen (annehmen oder verwerfen) müsste die Forschung die Funktionen und Veränderungen der Moleküle Melatonin, Cryptochrome und Protein CG8198 im Zusammenhang mit Dynamik und Fluktuationen von Magnetstürmen in höherer Auflösung untersuchen.

#### Quelle:

Krylov VV, Larkin M (2017): Review: Biological Effects Related to Geomagnetic Activity and Possible Mechanisms. *Bioelectromagnetics* 38 (7), 497–510

### Wirkung von Hochfrequenz

## Verhaltensänderung von Honigbienen durch Mobilfunk

**Mobilfunkindustrie und Politiker sagen, dass es keine wissenschaftlichen Hinweise auf schädliche Wirkungen elektromagnetischer Felder auf Tiere gibt. Die beiden Arbeiten beschreiben Experimente mit deutlich schädlichen Wirkungen auf Bienen. Die beiden Forscher Daniel Favre in der Schweiz und Marie-Claire Cammaerts in Belgien fordern Forscher und Bienenhalter zur Wiederholung ihrer Experimente auf, um die Gefahr für Bienen, Natur und Menschen für jedermann deutlich zu machen.**

Der unabhängiger Forscher **Daniel Favre** in der Schweiz schreibt: Die weltweite Bestäuberkrise dauert seit 2–3 Jahrzehnten an, dafür können verschiedene Ursachen verantwortlich sein: Varroa-Milbe, Infektionen durch Bakterien und Viren, Monokulturen in der Landwirtschaft, harte Winter, Pestizide u.a. All diese Faktoren treffen zu, dazu kommen elektromagnetische Felder. Bienen fliegen ebenso wie Vögel in Höhen, wo sie hohen Feldstärken ausgesetzt sind. Honigbienen besitzen Magnetitkristalle in ihren Fettzellen, die die