

## Niederfrequenz

# Magnetfelder und Melatonin

Finnische Forscher untersuchten die Exposition von Mäusen mit einem niederfrequenten Magnetfeld (50 Hz, 100 Mikrotesla) auf die Produktion von Melatonin im Tagesverlauf. Dazu wurde innerhalb des 52-tägigen Untersuchungszeitraumes an mehreren Tagen der nächtliche Urin und an einem Tag sowohl der Tages- als auch der Nachturin gesammelt. Eine Vergleichsgruppe wurde nicht dem Magnetfeld ausgesetzt. Alle Tiere wurden in einem Raum gehalten, der 12 Stunden täglich mit künstlichem Licht von 200 Lux erhellt wurde. Es wurde ein Mäusestamm verwendet, dessen Zirbeldrüse normalerweise unempfindlich für die Tagesschwankungen des Lichtes ist.

Zwischen den Magnetfeld-exponierten Tieren und den nicht-exponierten Mäusen fand sich kein Unterschied bei der Melatoninproduktion. Bei den Tieren, die keinem Magnetfeld ausgesetzt waren, fehlte der natürliche, durch Licht regulierte Melatonin-Rhythmus. Die Magnetfeld-Exposition verursachte jedoch eine signifikante Differenz zwischen der Melatoninproduktion am Tag und in der Nacht. Die Autoren schlagen folgende Interpretation als mögliche Ursache für diese Beobachtung vor: Die Magnetfeld-Exposition könnte die Empfindlichkeit der Zirbeldrüse für Licht erhöht haben, so dass nun ein zirkadianer Rhythmus aufgetreten sei.

Eine mögliche Beeinträchtigung der Produktion bzw. Sekretion des Hormons Melatonin durch elektromagnetische Felder wird seit vielen Jahren als eine mögliche Ursache für die Krebs fördernden Eigenschaften von EMF diskutiert. Melatonin wird beim Menschen und anderen Säugetieren vor allem abends und nachts gebildet und hat vor Krebs schützende Eigenschaften. Licht bei Nacht und möglicherweise auch elektromagnetische Felder reduzieren die Melatoninproduktion bzw. -sekretion in der Nacht. Die Befunde hinsichtlich des Einflusses von EMF auf das Melatonin bzw. die Zirbeldrüse (Epiphyse) sind allerdings widersprüchlich, und die meisten Studien konnten eine relevante Beeinflussung von Melatonin durch EMF („Melatoninhypothese“) nicht bestätigen. Die aktuelle Studie legt eine synergistische Wirkung von Licht und EMF nahe und ist daher eine interessante Beobachtung im Zusammenhang mit der Melatoninhypothese der Krankheitsentstehung durch EMF.

Franjo Grotenhermen

Quelle:

Kumlin T, Heikkinen P, Laitinen JT, Juutilainen J. Exposure to a 50-Hz magnetic field induces a circadian rhythm in 6-hydroxymelatonin sulfate excretion in mice. *J Radiat Res (Tokyo)* 2005;46(3):313-8.

## Leserbriefe

**Zum Artikel im Elektromog-Report „Strahlungsintensitäten in Mobilfunknetzen“ (Ausgabe September 2005, S. 2-4):**

### Homogene Netze?

Herr Michael Hahn, Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung – Strahlenschutz schreibt (Anm. d. Redaktion: Der kursiv gedruckte Text ist Zitat aus dem Leserbrief)

*Sehr geehrter Herr Dr. Nießen, mit Interesse habe ich Ihren Artikel „Strahlungsintensitäten in Mobilfunknetzen“ gelesen. Ein sehr guter Beitrag zum Verständ-*

*nis, warum es nicht sinnvoll ist, den technischen Mindestpegel zur Handyversorgung einfach als vermeintlich machbare Grenzwertforderung aufzustellen.*

*Ich habe zum Verständnis Ihrer Überlegungen aber noch zwei Fragen:*

*99 % des von Ihnen berechneten Optimierungsspielraums ergeben sich durch die „Inhomogenität Netze“ genannte Tatsache. Dies ist also der mit Abstand wichtigste Parameter in ihrem Ansatz. Sie bezeichnen ein Netz dann als optimal, die Stationen optimal verteilt, wenn die Leistungsflussdichte räumlich um maximal den Faktor 3 schwankt. Sicher meinen Sie damit die Schwankung nur in solchen Gebieten, wo sich TATSÄCHLICH Menschen länger aufhalten, anders geht es ja ganz bestimmt nicht. Aber auch wenn man diese Gebietsdefinition – anders als üblich – sehr restriktiv auffasst, es also viel kleiner macht als nur einfach „alles jenseits der Sicherheitsabstände“: Wäre nicht immer noch eine ungeheure Dichte von kleinen Stationen erforderlich um ein derart „homogenes“ Netz zu erhalten? Gehen Sie von einer Versorgung vermehrt durch Pikoellen in Gebäuden aus, oder sollen Reflexionen konstruktiv genutzt werden?*

### ANTWORT

Die Gebiete mit der erwünschten Homogenisierung der Immissionen beziehen sich tatsächlich auf Gebiete, in denen sich Menschen über längere Zeit aufhalten, da die hier diskutierte Immissionsminimierung vornehmlich vor Langzeitschäden durch Dauereinwirkung schützen sollen, die bisher in der offiziellen Grenzwertfestsetzung nicht berücksichtigt werden.

Die angesprochenen Überlegungen zur Homogenisierung der Immissionen beruhen nicht auf der Versorgung mit sehr vielen kleinen Basisstationen innerhalb des Versorgungsgebietes, sondern auf einer Versorgung „von außen“. Zur Klarstellung sollen hier die beiden Sichtweisen eines „homogenen Netzes“ noch einmal erläutert werden:

In der Sprechweise der Mobilfunknetzbetreiber handelt es sich bei einem „homogenen Netz“ immer um ein Netz mit einer Vielzahl von gleichmäßig (homogen) über die Fläche verteilten Basisstationen, die sich in relativ einheitlichem Abstand voneinander befinden und jeweils ein Gebiet in ihrer unmittelbaren Umgebung versorgen. Die Immissionsverteilung ist bei einem derartigen Netz im Allgemeinen äußerst ungleichmäßig (inhomogen): hohe Immissionen im Nahbereich in bis zu wenigen hundert Metern Abstand und sehr geringe Immissionen am Zellrand.

Im Sinne des zitierten Artikels hingegen handelt es sich bei einem „homogenen Netz“ um ein Netz mit einer möglichst homogenen Immissionsverteilung. Eine solche möglichst gleichmäßige Immissionsverteilung über die gesamte zu versorgende Fläche ist mit den heute üblichen Mobilfunknetzen, bei denen die Versorgung „von innen“, d.h. von einem Basisstationsstandort im Inneren des zu versorgenden Bereichs erfolgt, im Allgemeinen nicht zu erreichen. Man benötigt dafür vielmehr eine Versorgung „von außen“, also mit Basisstationsstandorten außerhalb des zu versorgenden Gebietes. Aus Sicht der Immissionsminimierung ist das Optimum dann erreicht, wenn alle Bereiche des Versorgungsgebietes in etwa gleich weit von der Basisstation entfernt sind. Hierfür bieten sich verschiedene Möglichkeiten an: Optimal ist eine Versorgung von hoch oben herab. Die zunächst naheliegende Versorgung von Satelliten aus scheitert neben der zur Verfügung stehenden Sendeleistung vor allem an der fehlenden Möglichkeit, von der Flughöhe des Satelliten aus hinreichend kleine Funkzellen auszuleuchten. Das ebenfalls häufig angesprochene Gegenargument der hohen erforderlichen Sendeleistungen der Handys ließe sich durch konventionelle Basisstationen, die im reinen Empfangsbetrieb arbeiten, relativ einfach lösen. Realistischer als eine Versorgung von Satelliten aus ist demgegenüber schon die Verwendung sogenannter

hochfliegenden Plattformen (HAPs = High Altitude Platforms). Gemeint sind hiermit zum Beispiel kleine und leichte unbemannte Elektroflugzeuge, die in ca. 25 km Höhe oberhalb der normalen Luftstraßen und oberhalb des Wettergeschehens permanent kreisen, angetrieben durch Solarzellen auf ihren Flügeln. Solche fliegenden Kommunikationsplattformen sollen in den USA in diesem oder im nächsten Jahr in die praktische Erprobung gehen.

Unabhängig von den angesprochenen Technologien für die – durchaus nähere – Zukunft, kann in vielen Fällen aber auch mit heute kommerziell verfügbarer Basisstationstechnologie eine Versorgung von außen erreicht werden. Am einfachsten zu erläutern ist die Versorgung „von außen“ am Beispiel der Besiedlung an beiden Hängen eines Flusstales. Von Basisstationen auf der rechten Seite des Tals werden die Siedlungsgebiete auf der linken Seite des Tals versorgt und umgekehrt. Alle Teile des Versorgungsgebietes haben dann eine ähnliche Entfernung zur Basisstation auf der gegenüberliegenden Talseite und somit auch eine homogene Immissionsverteilung. Damit trotz der möglicherweise größeren Entfernung hinreichend kleine Funkzellen realisiert werden können, kommen dabei am besten Sektorantennen mit geringem horizontalem Öffnungswinkel zum Einsatz, die auch heute bereits kommerziell verfügbar sind.

*Eine weitere Frage betrifft das „letzte Prozent“, die Pfadverluste, also meine Bewegung in einer unterschiedlich ausgeleuchteten Straßenschlucht etwa. Sie setzen einen Faktor von 30 bis 100 an, also einen Wertebereich. Verstehe ich es richtig, dass Sie auch hier Möglichkeiten zur Optimierung sehen, und wenn ja, wie könnten diese aussehen?*

ANTWORT

Die Optimierungsmöglichkeiten bei der Ausleuchtung hängen direkt mit der zuvor angesprochenen Versorgung „von oben herab“ zusammen. Bei flachem Strahlungseinfall in eine quer zur Einfallsrichtung verlaufende Straßenschlucht (zum Beispiel durch eine innerstädtische Basisstation knapp oberhalb der Dachhöhe der typischen Bebauung) sind mehr Reflexions- und Beugungsvorgänge erforderlich als bei steilerem Strahlungseinfall durch eine hochgelegene Basisstation im Außenbereich.

*Die kleinskalige Änderung (fast fading) ist mit dem Faktor 10 sicher „als Minimum“ abgeschätzt. Das IMST (Institut für Mobil- und Satellitenfunktechnik, Kamp-Lintfort, Anm. der Redaktion) hat hier einen Schwankungsbereich von > 20 dB gefunden. Auch wenn man hier – anders als üblich – weniger restriktiv ist und über die menschliche Körpergröße mittelt, so könnte dennoch ein maximaler Faktor von > 10 herauskommen. Es wäre m.E. auch schlüssiger, im Rahmen Ihrer Überlegungen hier nicht das Minimum sondern das Maximum anzusetzen.*

ANTWORT

Sicherlich ist es zutreffend, dass die Immissionsschwankungen in Innenräumen – wie auch vom IMST festgestellt – mehr als 10 dB betragen können. In den Berechnungen zum Artikel wurde der Wert von 10 dB verwendet, da dieser auch von den Mobilfunkbetreibern in deren Netzplanungsberechnungen häufig verwendet wird, wobei man dann stillschweigend akzeptiert, dass man in schwach versorgten Gebieten in der ungünstigsten Ecke des Zimmers evtl. nicht störungsfrei mobil telefonieren kann.

*Der Faktor 8 durch mehrere Netze, bzw. 24 wenn man die Kanäle dazu nimmt, würde dagegen m.E. in der Realität kleiner ausfallen. Sicher haben die Betreiber nicht jeder für sich eine solche Überkapazität installiert, die bei gedachtem Wegfall der Konkurrenten alle deren Kunden aus dem Stand mit versorgen könnte. D.h. es müsste in diesem Fall der Monopolist dann doch in gewissem Umfang aufrüsten. Beides zusammen gegenläufig und ohne Durchschlag aufs Endergebnis.*

ANTWORT

Für die Versorgung zu den Hochlastzeiten am Tag ist die Argumentation genau zutreffend. Im Artikel wurden daher hierfür auch keine Optimierungsmöglichkeiten diskutiert. Obwohl dies im Artikel nicht angesprochen wurde, könnte durch weniger parallel betriebene Netze die Immission zu Schwachlastzeiten (zum Beispiel nachts) deutlich reduziert werden.

## Indoor oder Outdoor?

Herr Helmut Breunig von der BI für gesundheitsverträglichen Mobilfunk Osterode am Harz fragt, ob der im Artikel genannte alternative **maximal auftretende Immissionswert** von  $0,15 \text{ mW/m}^2$  einen **Indoor-Wert** oder **Outdoor-Wert** darstelle.

ANTWORT

Zur Klarstellung sei hier noch einmal kurz der Grundgedanke der Berechnungen in dem Artikel wiedergegeben. Als Grundannahme wird zunächst davon ausgegangen, dass ein (einzelnes) störungsfreies Mobilfunkgespräch dann möglich ist, wenn mindestens der vom Schweizer Bundesamt für Kommunikation (BAKOM) geforderte Mindestversorgungspegel von  $0,000.1 \mu\text{W/m}^2 = 0,000.000.1 \text{ mW/m}^2$  dem Handy dauerhaft zur Verfügung steht. Da die Mobilfunkbetreiber natürlich eine flächendeckende Versorgung anstreben, wird die Sendeleistung so gewählt, dass bei gemeinsamem Auftreten aller Abschwächungsfaktoren gerade noch der Mindestversorgungspegel erreicht wird. Am praktischen Beispiel bedeutet das, dass am Rand der Mobilfunkzelle in einem ungünstig gelegenen Innenraum in der ungünstigsten Ecke des Zimmers gerade noch ein Mobilfunkgespräch möglich ist. Naturgemäß führt dies dazu, in allen Konstellationen, in denen nur ein Teil aber nicht alle der genannten Abschwächungsfaktoren auftreten, mehr als die minimal erforderliche Leistungsflussdichte zur Verfügung steht, meist sogar eine um mehrere Größenordnungen höhere Leistungsflussdichte. Der aus Sicht der Versorgungsqualität günstigste Fall liegt vor, wenn sich ein Handy bei direkter Sichtverbindung in relativ geringer Entfernung zur Basisstation befindet und im Hauptstrahl der Sendeantennen der Basisstation liegt. Hierbei handelt es sich also um eine Outdoor-Situation, bei der man die Antennen der Basisstation in freier Sicht sehen kann und der Standort vom Hauptstrahl der Sendeantennen erreicht wird. In einer solchen Situation treten dann die im Artikel berechneten Maximalwerte von  $0,15 \text{ mW/m}^2$  (in einem optimierten Netz) bzw.  $50 \text{ mW/m}^2$  (in heute üblichen Netzen) auf.

### Impressum – Elektromog-Report im Strahlentelex

Erscheinungsweise: monatlich im Abonnement mit dem Strahlentelex **Verlag und Bezug:** Thomas Dersee, Strahlentelex, Waldstraße 49, D-15566 Schöneiche b. Berlin, ☎ 030 / 435 28 40, Fax: 030 - 64 32 91 67. E-Mail: strahlentelex@t-online.de. Jahresabo: 60 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.). Beiträge von Gastautoren geben nicht notwendigerweise die Meinung der Redaktion wieder.

### 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/>