

funk beschäftigt immer mehr Menschen, wenn auch nicht vergessen werden darf, dass zusätzlich viele andere „strombedingte“ Auswirkungen die Gesamtheit der Lebewesen beeinflusst.

Im Jahr 2002 schließlich erschien die 5. Auflage des – dieses inzwischen zum Klassiker gewordenen – oben genannten Buches, und eine weitere Veröffentlichung mit dem Titel „Das große Strahlen – Handy & Co“ (KiWi Köln) kam hinzu, deren Zielgruppe eher Menschen sind, die nicht über so viel naturwissenschaftliches und technisches Verständnis verfügen.

Seit mehr als 10 Jahren also ist KATALYSE mit dem Thema „Elektrosmog“ beschäftigt. Neben den Veröffentlichungen gab den Mitarbeitern des Katalyse-Instituts uns vor allem die jahrelange Verbraucherberatung einen guten, vielleicht sogar repräsentativen Eindruck bezüglich der Diskussionen in Stadt und Land. Dabei erschlossen sich uns sowohl die Befindlichkeiten allgemein in der Bevölkerung (die Sorgen und Nöte einzelner Menschen oder Gruppen) als auch die der Vertreter von Politik, Industrie und der der Industrie nahestehenden Wissenschaftler.

So blieben Auseinandersetzungen mit Industrievertretern, industrienahe Wissenschaftlern und öffentlichen Einrichtungen nicht aus, die nach einigen Jahren einsetzten und bis heute anhalten. Mit „der Politik“, ob Land oder Bund und anderen öffentlichen Einrichtungen, ist die Kommunikation oft ebenfalls schwierig. Allerdings gibt es auch kleine Erfolge zu verzeichnen, neben den bereits erwähnten Grenzwerten. Immerhin hat sich gewandelt, dass die Mobilfunk-Betreiber und -Hersteller nicht mehr nur blocken und ihre „Gegner“ abkanzeln, sondern hin und wieder kommt es zu ganz vernünftigen Gesprächen.

Was nichts daran ändert, dass noch lange nicht genug erreicht ist. Zeitgleich mit dem Aufbau der Mobilfunknetze hat die Forschung im Bereich „Elektrosmog“ stark zugenommen. Es gibt inzwischen deutlich mehr Anhaltspunkte für die Gesundheitsschädlichkeit von elektromagnetischen Feldern, nicht nur bezogen auf Hochspannungsleitungen und den Mobilfunk. Die Frage allerdings steht nach wie vor im Raum, wie viele Menschen langfristig bleibende Schäden davontragen werden.

Wir werden weiterhin ein Auge auf die Entwicklung haben, das Treiben der Industrie verfolgen und, wenn nötig, den Finger in die Wunde legen.

Insofern danke ich dem nova-Institut für die bisherige Arbeit und ich hoffe, dass der Elektrosmog-Report auch in Zukunft gern gelesen wird und die Informationen enthält, die der/die Leser/in sich wünscht.

Isabel Wilke

## Niederfrequenz

# Melatoninproduktion hängt von verschiedenen Faktoren ab

**Bestimmte Mäuse zeigen ein charakteristisches Muster bei der Melatoninproduktion. Die Ergebnisse dieser Studie können helfen, die widersprüchlichen Ergebnisse zur Melatoninregulation zu verstehen.**

Melatonin ist ein Hormon, das den Tag-Nacht-Rhythmus bei Mensch und Tier reguliert – das ist seit langem bekannt. Das Hormon wird in der Zirbeldrüse gebildet. Nachts steigt der Melatoninspiegel stark an, während er am Tag zurückgeht. Nächtliche Lichteinwirkung lässt den Melatoninspiegel sinken. In zahlreichen Untersuchungen wurde festgestellt, dass 50-Hz-Magnetfelder

ebenfalls den Hormonspiegel senken, wengleich andere Ergebnisse keine deutlichen Effekte zeigten.

Die hier vorliegende Studie untersuchte die Melatoninregulation an Mäusen, die normalerweise keinen Tag-Nacht-Rhythmus haben. Dabei wurden die Tiere über 52 Tage einem Magnetfeld von 100 Mikrottesla ausgesetzt und 12 Stunden bei Licht und 12 Stunden im Dunkeln gehalten. In den ersten 4 Tagen kam noch Dämmerlicht von außen in die Käfige, danach wurde der Raum komplett abgedunkelt.

Zunächst wurde der nächtliche Melatoninspiegel bestimmt und es fand sich nur ein geringer Unterschied zwischen den exponierten und den Kontrolltieren; bei den exponierten Tieren war der Hormonspiegel geringfügig höher.

Dann wurden die Melatoninwerte am Tag und in der Nacht bestimmt. Das Ergebnis: Die dem Magnetfeld ausgesetzten Tiere produzierten nachts signifikant mehr Melatonin als am Tag. Genau anders herum als es bisher bei Mensch oder Ratte festgestellt wurde.

Als letztes untersuchte man den Melatingehalt den Zirbeldrüsen zu verschiedenen Zeitpunkten, und man fand kaum einen Unterschied in der Konzentration des Melatonins zwischen den beiden Gruppen.

Die Forscher vermuten, dass die Empfindlichkeit der Zirbeldrüse durch Magnetfelder erhöht wird und dadurch ein Tag-Nacht-Rhythmus induziert wird, oder die Netzhaut der Augen stärker reagiert, wodurch die Zirbeldrüse stärkere Signale empfängt. Die Vermutung ist, dass die Qualität des Lichts eine wesentliche Rolle bei diesen Vorgängen spielt und die Forscher gehen davon aus, dass in Zukunft stimmigere Ergebnisse erzielt werden können, wenn man auf genau kontrollierte Lichtverhältnisse bei den Versuchen achtet.

**Quelle:** Kumlin T, Heikkinen P, Laitinen J, Juutilainen J (2005): Exposure to a 50 Hz Magnetic Field Induces a Circadian Rhythm in 6-hydroxymelatonin Sulfate Excretion in Mice. *J. Radiation Research* 46, 313–318

## Zellforschung

# Chromosomenschäden durch Elektromagnetische Felder

**Die REFLEX-Studie, gefördert von der Europäischen Union, hatte ein weiteres Mal erbracht, dass elektromagnetische Felder das Erbgut schädigen können (vgl. ElektrosmogReport 1/2005). Diverse Untersuchungen anderer Wissenschaftler lieferten keine derartigen Ergebnisse, und so ist es immer noch schwer, die widersprüchlichen Ergebnisse zu deuten. Im Laufe des Jahres 2005 gab es weitere Veröffentlichungen zu dieser Problematik.**

Die Frage nach der Chromosomenschädigung durch nicht-ionisierende Strahlung wird seit etwa 10 Jahren diskutiert. Als Lai und Singh 1995 von DNA-Strangbrüchen in Chromosomen von Ratten-Hirnzellen berichteten, schlug ihnen weltweit die geballte Skepsis entgegen. War man doch bis dahin immer davon ausgegangen, dass nicht-ionisierende Strahlung zu wenig Energie besitzt, um das Erbgut zu schädigen. Mögliche andere Mechanismen als die Wirkung energiereicher Strahlung wurden einfach ausgeschlossen. In den folgenden Jahren erbrachten einige Experimente von verschiedenen Wissenschaftlern mit verschiedenen Untersuchungsobjekten keine Klarheit – die Ergebnisse blieben wider-

sprüchlich. Als die REFLEX-Studie 2004 vorgestellt wurde, war kein Zweifel mehr möglich: Nicht-ionisierende Strahlung kann Erbgutschäden hervorrufen, und zwar sowohl niederfrequente (50 Hz) als auch hochfrequente Felder, wie sie bei Mobilfunk und anderen Datenübertragungssystemen verwendet werden.

Hier seien nochmals die wichtigsten Parameter der Experimente von der Arbeitsgruppe um Adlkofer (München) und Rüdiger (Wien) zusammengefasst, die 2005 in einer Fachzeitschrift veröffentlicht wurden.

Drei verschiedene Experimente wurden durchgeführt:

- Menschliche Fibroblasten von einem gesunden 6-jährigen Jungen bei 50 Hz
- Menschliche Fibroblasten, Lymphozyten, Monozyten, Melanozyten, Skelettmuskelzellen und Granulosazellen von Ratten bei 50 Hz; die menschlichen Zellen stammten von Personen verschiedenen Alters
- Menschliche Fibroblasten und Granulosazellen von Ratten bei 1800 MHz

Die Ergebnisse zeigten im Wesentlichen drei Fakten, die schon seit vielen Jahren diskutiert werden:

1. kontinuierliche Bestrahlung ist weniger schädigend als intermittierende (Strahlungsquelle an/aus im Wechsel). Die Forscher nehmen an, dass bei kontinuierlicher Strahlung das Reparatursystem der Zellen angeschaltet wird, was bei intermittierender Strahlung nicht oder nur schlecht funktioniert.
2. Radikalbildung spielt wahrscheinlich eine Rolle bei der schädigenden Wirkung der Felder, denn bei Zugabe von Vitamin C, einem Radikalfänger, wird die Schädigung weitgehend verhindert. Radikale sind sehr reaktionsfähige Moleküle, die im Körper entstehen und sich direkt mit anderen Molekülen verbinden. Dabei kann die Funktionsfähigkeit des gebundenen Moleküls verändert oder aufgehoben werden. Ein Radikalfänger
3. bestimmte Zellarten sind anfälliger (Responder) als andere (Non-Responder). Als Responder erwiesen sich Fibroblasten, Melanozyten und Granulosazellen und als Non-Responder Monozyten, Lymphozyten und Skelettmuskelzellen.
4. Das Alter der Personen, von denen die Zellen stammen, scheint auch eine Rolle zu spielen. Tendenziell gilt: Je älter die Menschen sind, desto stärker werden die Zellen beeinträchtigt.

Luceri und Mitarbeiter bestrahlten ebenfalls menschliche Lymphozyten und Hefezellen mit 50 Hz und fanden keine Veränderungen gegenüber den Kontrollen. Bezüglich der Lymphozyten deckt sich das Ergebnis mit dem von Adlkofer und Mitarbeitern.

Demgegenüber fanden andere Forschergruppen gar keine oder keine signifikanten Unterschiede. Scarfi u. a. setzten menschliche Fibroblasten einem 50 Hz-Magnetfeld aus und fanden keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen Kontrollen und exponierten Zellen. Die Versuchsbedingungen waren ähnlich denen von Adlkofer und Mitarbeitern, allerdings mit schwächerem Magnetfeld. Das könnte die unterschiedlichen Ergebnisse erklären.

Moretti u. a. und Yokus u. a. führten Experimente mit verschiedenen Zellen bei 50 Hz und ähnlicher Feldbelastung durch, wobei aber die Expositionszeiten sehr verschieden waren (Jurkatzellen 1 Stunde, 1 mT bzw. Ratten 50–100 Tage, 0,97 mT). Zusätzlich wurden verschiedene genschädigende Chemikalien zugesetzt. Die Ergebnisse beider Arbeitsgruppen zeigten, dass elektromagnetische Felder und einige gentoxische Chemikalien bei der Entstehung von DNA-Schäden zusammenwirken.

Zwar bleiben immer noch viele Fragen unbeantwortet, aber es verdichten sich die Indizien, dass Radikale und Oxidationsprozesse beteiligt oder für die Zellschädigung verantwortlich sind.

Die unübersichtliche Datenlage und die unzureichenden Erklärungsmodelle können eigentlich kaum überraschen. Angesichts der Vielfältigkeit biologischer Systeme ist es nur allzu einleuchtend, dass Zellen mit verschiedenen Aufgaben auch verschiedene Eigenschaften haben. Diese Verschiedenartigkeit umfasst auch die Reaktion auf Umwelteinflüsse. Und je komplexer ein Organismus aufgebaut ist, um so größer sind auch die chemischen und physikalischen Eingriffsmöglichkeiten von außen.

Ob nun die Anfälligkeit der einen oder das besonders gute Reparaturvermögen der anderen Zelle dafür verantwortlich ist, dass gewisse Zellarten durch nicht-ionisierende Strahlung nicht oder wenig geschädigt werden, oder ganz andere Vorgänge ablaufen, bleibt noch zu erforschen. Jedenfalls kann aus teilweise negativen Befunden nicht geschlossen werden, dass elektromagnetische Felder unschädlich für Lebewesen sind.

### Quellen:

1. Diem E, Schwarz C, Adlkofer F, Jahn O, Rüdiger H (2005): Non-thermal DNA breakage by mobile-phone radiation (1800 MHz) in human fibroblasts and in transformed GFSH-R17 rat granulosa cells in vitro. *Mutation Research* 583 (2), 178–83
2. Ivancsits S, Pilger A, Diem E, Jahn O, Rüdiger HW (2005): Cell type-specific genotoxic effects of intermittent extremely low-frequency electromagnetic fields. *Mutation Research* 583 (2), 184–88
3. Winker R, Ivancsits S, Pilger A, Adlkofer F, Rüdiger HW (2005): Chromosomal damage in human diploid fibroblasts by intermittent exposure to extremely low-frequency electromagnetic fields. *Mutation Research* 585 (1-2), 43–49
4. Luceri C, Filippo CD, Giovanelli L, Blangiardo M, Cavaliere D, Aglietti F, Pampaloni M, Andreuccetti D, Pieri L, Bambi F, Biggeri A, Dolara P (2005): Extremely low-frequency electromagnetic fields do not affect DNA damage and gene expression profiles of yeast and human lymphocytes. *Radiation Research* 164 (3), 277–85
5. Lai H, Singh NP (1995): Acute low-intensity microwave exposure increases DNA single-strand breaks in rat brain cells. *Bioelectromagnetics* 16, 207–10
6. Yokus B, Cakir DU, Akdag MZ, Sert C, Mete N (2005): Oxidative DNA damage in rats exposed to extremely low frequency electromagnetic fields. *Free Radical Research* 39 (3), 317–23
7. Moretti M, Villarini M, Simonucci S, Fatigoni C, Scassellati-Sforzolini G, Monarca S, Pasquini R, Angelucci M, Strappini M (2005): Effects of co-exposure to extremely low frequency (ELF) magnetic fields and benzene .... *Toxicology Letters* 157, 119–28
8. Scarfi MR, Sannino A, Perrotta A, Sarti M, Mesirca P, Bersani F (2005): Evaluation of genotoxic effects in human fibroblasts after intermittent exposure to 50 Hz electromagnetic fields: a confirmatory study. *Radiation Research* 164 (3), 270–76

### Kinder und Handys

## Nicht nur zur Weihnachtszeit

**Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) empfiehlt, insbesondere für Kinder, ein strahlungsarmes Handy zu kaufen.**

Kurz vor Weihnachten hat das BfS eine Pressemitteilung herausgegeben, in der wiederholt dazu geraten wird, auf niedrige Strahlungswerte (SAR-Werte) bei Handys zu achten, wenn ein solches