

fühl oder umgekehrt. Es gibt einen starken Zusammenhang mit Hyperaktivität. Weitere Studien müssen klären, ob die problematische Nutzung eine Folge der schlechten Bedingungen ist oder ob die Probleme zum übermäßigen Gebrauch des Gerätes führen.

Die **3. Auswertung** (Oktober 2015) betrifft Tests mit den Jugendlichen, die Aufschluss über das Gedächtnis unter Einwirkung der Mobilfunkstrahlung geben. 95 Teilnehmer trugen ein Dosimeter. Nach einem Jahr fand man eine signifikante Assoziation zwischen höherer Dosis und schlechterem Figuren-Gedächtnis. Beim Wortgedächtnis war der Zusammenhang geringer, evtl. werden verschiedene Hirnareale von der Strahlung angesprochen. Das deutet auf eine Beeinträchtigung des Gedächtnisses durch die Strahlung hin. Andere Faktoren haben wohl wenig Einfluss. Man weiß nicht, wie oft mit anderen Handys oder Schnurlosem Telefon telefoniert wurde, deshalb ist die Dosis-Berechnung ungenau.

Quellen:

1. Schoeni A, Roser K, Rösli M (2015): Symptoms and Cognitive Functions in Adolescents in Relation to Mobile Phone Use during Night. PLOS ONE 10 (7): e0133528 doi:10.1371/journal.pone.0133528 (Juli 2015)
2. Roser K, Schoeni A, Förster M, Rösli M (2015): Problematic mobile phone use of Swiss adolescents: is it linked with mental health or behaviour? International Journal of Public Health, DOI 10.1007/s00038-015-0751-2 (September 2015)
3. Schoeni A, Roser K, Rösli M (2015): Memory performance, wireless communication and exposure to radiofrequency electromagnetic fields: A prospective cohort study in adolescents. Environment International 85, 343–351 (online Oktober 2015)

Mobilfunknutzung durch Jugendliche

Neue Software zu Nutzungsdaten des Smartphones

Eine neue Smartphone-Software wurde für eine Pilotstudie entwickelt, um die Nutzung von Smartphones durch junge Leute festzuhalten. Die Studie zeigt, wie schwer Anzahl und Dauer der Gespräche eingeschätzt werden können. Diese Software kann zukünftig zur Erfassung und Berechnung der Strahlenbelastung eingesetzt werden, damit die Daten für epidemiologische Studien genauere Ergebnisse liefern können.

Zwischen Januar und Juni 2012 wurden 26 Jugendliche im durchschnittlichen Alter von 17,3 (11–23) Jahren aus Spanien, Frankreich und den Niederlanden als Teilnehmer an der Studie gewonnen, 54 % davon waren Mädchen. Das Programm software-modified smartphones (SMSP) wurde auf den Smartphones der Jugendlichen installiert und die Jugendlichen benutzten das modifizierte Smartphone 4 Wochen lang. Das Gerät registrierte Anzahl und Dauer der Gespräche, den Internet-Datenaustausch, die Seite des Kopfes beim Telefonieren, ob ein Headset und welches System verwendet wurde. Bei der Rückgabe des Gerätes gaben die Jugendlichen ihre Einschätzung der Nutzung (Häufigkeit und Dauer) in einem Fragebogen an. Zusätzlich wurden Fragen zu den Lebensverhältnissen gestellt. Über 80 % der Teilnehmer gaben an, dass ihre Mütter Absolventen einer Hochschule oder technischen Hochschule sind. 17 (65 %) sagten, sie hätten ihr Verhalten während der Nutzung des modifizierten Smartphones geändert. Vermehrte Internetnutzung wurde am häufigsten angegeben, aber auch bei Häufigkeit und Dauer der Gespräche. Die Seite des Kopfes, an

der das Gerät gehalten wurde, war nicht verändert. Beim Vergleich der angegebenen Schätzungen und den aufgezeichneten Daten im Smartphone zeigte sich, dass die Teilnehmer die Anzahl der Gespräche unterschätzten und die Gesamtdauer überschätzten. Zu etwa 90 % der Zeit hielten sie das Telefon nahe am Kopf, meistens mit der Hand, die die Haupthand ist (Rechts- oder Linkshänder). Teilnehmer, die angaben, dass sie das Telefon immer an der rechten Seite des Kopfes halten, taten dies nach den Aufzeichnungen in 63,8 % der Gesprächsdauer. Bei den Linkshändern waren es 76,9 %. Die älteren Jugendlichen führten statistisch signifikant mehr und längere Gespräche. Das Internet wurde von den männlichen Teilnehmern mehr genutzt als von den weiblichen. Die Spanischen Jugendlichen hatten mehr und längere Gespräche als die aus Frankreich und den Niederlanden, deren wöchentliche Internetnutzung war aber nicht-signifikant geringer. Ein Headset wurde nur von einem, eine Freisprechanlage von 7 Teilnehmern benutzt.

Anzahl und Dauer von Gesprächen sind insofern von Bedeutung, als sie zur Berechnung der im Gehirn aufgenommenen Strahlendosis herangezogen werden. Eine solche Bestimmung von Erinnerungsfehlern ist bei statistischen Analysen nützlich, wenn die Einwirkung der Mobilfunkstrahlung zur Berechnung des Hirntumor-Risikos in epidemiologischen Studien verwendet werden soll, einschließlich bei der laufenden Mobi-Kids-Studie. Andere wichtige Faktoren zur Bestimmung der Strahlenbelastung sind Lateralität und die Nutzung von Freisprechanlage oder Headset.

Diese Ergebnisse zeigen, dass erstens das Handy etwa 90 % der Zeit in Kopfnähe ist, vor allem wenn ein Gespräch ankommt oder beendet wird, und dann wird meist kein Headset benutzt. Die Teilnehmer hielten das Handy im Durchschnitt mehr an der Seite des Kopfes, die sie angegeben hatten, aber dieser Prozentsatz war nicht 90 % wie in der INTERPHONE-Studie angenommen wurde. Auch wenn die SMSP-Aufzeichnungen der Lateralität falsch sein könnten, wenn nämlich die Personen nicht aufrecht sitzen oder stehen beim Telefonieren, wird dieser Fehler als klein angesehen. Weitere Studien mit einer größeren Personenzahl sollten realistischere Strahlenbelastungen beider Seiten des Kopfes erbringen. Auch die im Gehirn absorbierte Strahlung, die vom Kommunikationssystem abhängig ist, kann dann besser bestimmt werden. Außerdem zeichnet die SMSP die Datenmenge in kB auf, während die Teilnehmer die Zeitangaben, die sie im Internet waren. Eine größere Studie mit mehr Teilnehmern und längerer Zeit soll erfolgen, wobei die Software unter jedem Smartphone mit Android-Betriebssystem laufen kann. Das hat den Vorteil, dass jeder Teilnehmer die Applikation installieren kann und so verändertes Verhalten während der Datensammlung vermieden wird.

Quelle:

Goedhart G, Vrijheid M, Wiart J, Hours M, Kromhout H, Cardis E, Eastman Langer C, de Llobet Viladoms P, Massardier-Pilonchery A, Vermeulen R (2015): Using Software-Modified Smartphones to Validate Self-Reported Mobile Phone Use in Young People: A Pilot Study. Bioelectromagnetics 36, 538–543

Niederfrequente Magnetfelder

Saisonabhängiger Einfluss von Magnetfeldern auf Melatonin

Wenn 1–2 Monate alte Kälber 50-Hz-Magnetfeldern von etwa 400 nT ausgesetzt sind, kann man jahreszeitliche Unterschiede in der Melatoninkonzentration feststellen. Die Wirkung im Winter war viel stärker als im Sommer. Wahr-

scheinlich wirken die Magnetfelder auf den Serotoninstoffwechsel ein, deshalb sollte man bei zukünftigen Experimenten Serotonin messen und die jahreszeitlichen Bedingungen (Licht und Temperatur) bei Magnetfeldwirkungen einbeziehen.

Die Frage der Gesundheitsschädlichkeit von niederfrequenten Magnetfeldern wird seit langem diskutiert, aber die Mechanismen der Wechselwirkungen zwischen den für Menschen und Tiere relevanten Feldintensitäten und den biologischen Systemen sind immer noch unklar. Bei den Wechselwirkungen zwischen niederfrequenten Magnetfeldern und biologischen Systemen spielt Melatonin eine bedeutende Rolle. Mehrere Mechanismen der Wechselwirkung von Magnetfeldern mit biologischen Systemen werden angenommen: Magnetit-Einfluss, Radikalpaarbildung, Aktivierung der spannungsabhängigen Calcium-Ionenkanäle in den Membranen, Ionen-Zyklotron-Resonanz mit Fluktuationen elektrischer Felder in der Zellmembran. Der Einfluss auf das räumliche Erinnerungsvermögen bei Nagetieren und erhöhtes Risiko für Kinderleukämie wurden häufig dokumentiert. Die Melatoninhypothese besagt, dass die Magnetfelder die Produktion vermindern, und weil Melatonin Krebs hemmende Eigenschaften hat, kann durch die Verminderung Brustkrebs beim Menschen im Wachstum gefördert werden. Neuerdings wird angenommen, dass Magnetfelder indirekt Krebswachstum fördern, indem die Funktion der inneren Uhr über die Retina-Cryptochrome beeinflusst wird. (Cryptochrome sind die Rezeptoren für blaues Licht, die u. a. an der Steuerung der inneren Uhr/des Tag-Nacht-Rhythmus und an der Wahrnehmung des Magnetfeldes beteiligt sind. Bei Zugvögeln sind Cryptochrome in der Netzhaut zu finden, wodurch die Tiere bei Nacht mit Hilfe des Erdmagnetfeldes ihren Weg finden.) Melatonin ist der hauptsächliche Biomarker für den Tag-Nacht-Rhythmus, in der Literatur fanden von 43 Studien knapp die Hälfte (46 %) einen Zusammenhang zwischen Magnetfeldern und der Melatonin-Sekretion (Abnahme in 17 Fällen und Zunahme in 3 Fällen), während 54 % keinen Zusammenhang fanden oder die Ergebnisse waren widersprüchlich. Da die Versuchstiere verschieden waren, sind Vergleiche schwierig. 75 % waren Laborratten, Mäuse und Hamster, nur 25 % größere Säugetiere wie Rinder, Schafe und Paviane. Die Feldstärken waren sehr verschieden und es gibt keine Angaben zur Jahreszeit.

Eine Hypothese besagt, dass Magnetfelder in die Wahrnehmung des Magnetfeldes (Magnetorezeption) eingreifen, was den Tag-Nacht-Rhythmus und die Melatoninsekretion stört und die vegetative Physiologie beeinflusst. Bisher wurden fast nur erwachsene Tiere und nur wenige Arten untersucht, aber in Hinblick auf Kinderleukämie sollten junge Tiere studiert werden. Die vorhandenen Studien zeigen, dass in jungen Tieren die Wirkung immer stärker ist als bei den Erwachsenen, und es wurden meistens bei den Langzeitstudien (> 4 Wochen) Hemmung der Melatoninsekretion gefunden. Eine andere Bestätigung der Magnetfeldwirkung ist die Tatsache, dass Rinder sich in Richtung der Feldlinien des Erdmagnetfeldes ausrichten, wenn sie ruhen. Die Ausrichtung in Nord-Süd-Richtung ist in ungestörten Bereichen hochsignifikant, aber diese Ausrichtung wird unter Hochspannungsleitungen gestört. Das zeigt, dass Rinder schwache Magnetfelder wahrnehmen, dahinter steckt im Prinzip eine Wirkung auf zellulärer und molekularer Ebene.

Diese Ergebnisse und alle theoretischen Betrachtungen über die Wichtigkeit der Untersuchung junger Tiere führten zu dem Entschluss, Kälber auf die Melatoninkonzentrationen im Speichel zu untersuchen. Dazu dienten zwei Gruppen mit je 8 Tieren, 4 davon für Sommer, 4 für Winter (je 2 männliche und 2 weibliche). Sie wurden mit 0,4 µT befeldet, weil das die Feldstärke ist, bei der das Risiko für Kinderleukämie zweifach erhöht ist. Es ist davon auszugehen, dass eine Störung beim Mela-

toninrhythmus vorliegt. Vier Tiere wurden mit Magnetfeldern behandelt (50 Hz, Intensität 0,39–0,41 µT, Erdmagnetfeld 48,98 µT) und 4 waren Kontrollen. Die Entnahme der Speichelproben erfolgte an den Tagen 0, 10, 20, 30 und 35, jeweils um 12.00, 22.30, 02.00 und 4.30 Uhr (Sommer und Winter 8 x 4 x 5 = 160, gesamt 320 Proben). Die Proben wurden eingefroren und innerhalb von 2 Monaten untersucht.

Die Ergebnisse dieser Experimente zeigen: Im Winter ist die Melatoninkonzentration durch Einwirkung der 50-Hz-Felder signifikant vermindert gegenüber den Kontrollen, im Sommer signifikant erhöht. Die Melatoninkonzentration ist bei den männlichen Tieren immer sehr viel niedriger als bei den weiblichen, bei den Kontrollen und den mit Magnetfeld behandelten. Im Sommer ist sie bei den weiblichen sehr hoch, bei den männlichen so niedrig wie bei den weiblichen im Winter. Der Gehalt veränderte sich im Tagesverlauf, im Winter weniger als im Sommer, wo die maximale Konzentration um 2.00 Uhr auftrat. Da hing die Konzentration von der Gruppe, Geschlecht und Alter ab. Die durchschnittliche Melatonin-Konzentration im Speichel der Kälber betrug 145 ± 101 pg/ml (von 33–400), das liegt im Bereich, den andere Studien auch hatten. Die Sekretionsphase ist im Winter länger als im Sommer, dabei spielen Geschlecht und Alter der Tiere eine Rolle.

Passend zur Melatoninhypothese wurde hier eine hemmende Wirkung der Magnetfelder im Winter gefunden, aber – entgegen der Erwartung – eine stimulierende Wirkung im Sommer. Die Hemmung im Winter war viel stärker als die Stimulierung im Sommer. Diese anscheinend widersprüchlichen Ergebnisse fand man auch in anderen Veröffentlichungen, sie wurden aber bisher nicht besonders beachtet.

Eine mögliche Erklärung für die Unterschiede in Sommer und Winter: Wenn die Tage lang sind, wird viel Serotonin angesammelt, das am Abend in Melatonin durch die N-Acetyltransferase-Aktivität (SNAT) umgewandelt wird. In den kurzen Lichtphasen im Winter wird weniger Serotonin gebildet und folglich weniger Melatonin. Bei Einwirkung von Magnetfeldern auf die Kälber wird die Aktivität der SNAT am Tag und in der Nacht reduziert, deshalb entstehen höhere Konzentrationen von Serotonin am Tag, nachts wird weniger Serotonin in Melatonin umgewandelt, besonders im Sommer. Die Magnetfelder könnten zusätzlich die Serotoninproduktion direkt steigern. Im Sommer übersteigt die tägliche Serotoninproduktion die verringerte Aktivität der SNAT in der Nacht, so dass ein erhöhter Melatoningehalt in den befeldeten Tieren entsteht im Vergleich zu den Kontrolltieren. Im Winter reicht das Tageslicht nicht aus, um eine signifikante Magnetfeldwirkung, d. h. größere Menge an Serotonin zu erzielen. Die lange Dunkelperiode führt zu einer stark hemmenden Wirkung der Magnetfelder auf die SNAT-Aktivität, was eine niedrigere Melatoninkonzentration in den befeldeten Kälbern zur Folge hat. In zukünftigen Experimenten sollte der Einfluss der Tages- und Jahreszeiten und der Temperatur beachtet werden. Auch die Aktivität des Enzyms SNAT sowie der Stoffwechsel und die Konzentration des Serotonins sollten bestimmt werden. Nach der kürzlich entwickelten Cryptochrom-Hypothese (s. o.) könnten die Magnetfelder eine direkte Störung der Regulation ausüben. Es könnte bei den Wiederkäuern auch eine indirekte Störung der Magnetfeldwahrnehmung (Magnetosensitivität) vorliegen.

Quelle:

Kolbabová T, Malkemper EP, Bartoš L, Vanderstraeten J, Turčáni M, Burda H (2015): Effect of exposure to extremely low frequency magnetic fields on melatonin levels in calves is seasonally dependent. Scientific Reports 5, Article number: 14206, doi:10.1038/srep4206, <http://www.nature.com/articles/srep14206>