

derfrequente Felder entstehen am Bett vor allem durch Wecker, Lampen und die Stromversorgung im Haus, Veränderungen ergeben sich durch zusätzliche Geräte oder durch kleinere dezentrale Stromerzeuger.

Von den 226 Haushalten von 2006 und sollten 113 in 2009 und 2012 erneut gemessen werden, dazu 44 neue Haushalte aus der Umgebung. Für die Messungen in 2012 kamen weitere 62 Haushalte hinzu, damit eine gleich große Anzahl von 219 zusammenkam, die vor allem in städtischem Gebiet liegen sollten. Die Haushalte wurden in die Kategorien Kleinstadt, Innenstadt, Stadtrand und ländliches Gebiet eingeteilt. Eine Frage war, ob es regionale Unterschiede gibt. Die Kurzzeitmessungen (Maximalwerte) wurden zwischen 50 und 2000 Hz durchgeführt, die 16 2/3 Hz-Messungen (Eisenbahn) und die Nacht-Messungen, auch 50–2000 Hz, wurden von 22.00–06.00 Uhr aufgezeichnet. Die Hochfrequenzmessungen reichten von Radio über Fernsehen und Mobilfunk bis LTE (87,5 MHz bis 2690 MHz).

Bei den Messungen an den identischen Plätzen in 2006, 2009 und 2012 ergab sich eine Verringerung des Medians bei Niederfrequenz von 23,2 auf 16,4 und 13,9 V/m, es gab keine signifikanten Unterschiede zwischen Kleinstädten, städtischen und ländlichen Gebieten, während bei den neu hinzugekommenen Haushalten 28,15 V/m gemessen wurden.

Die Reduktion der Felder von 2006 auf 2009 war auf Ratschläge zurückzuführen, wie die Felder durch einfache Maßnahmen verringert werden können. Deshalb war der Unterschied größer als zwischen 2009 und 2012, weil bis 2009 alle leicht zu ergreifende Maßnahmen getan worden waren. Die weiteren Maßnahmen erforderten mehr Aufwand. Auch die elektrischen Felder haben abgenommen in den 6 Jahren, zwischen 2006 und 2009 stärker als bis 2012, vor allem durch Maßnahmen wie Abstand und Phasenänderung.

Die Mittelwerte der Magnetfelder in den Haushalten veränderten sich auch in den 6 Jahren. Die Nacht-Messungen der Zuglinie zeigten eine Abnahme des arithmetischen Mittelwertes, jedoch einen Anstieg des Median-Wertes von 2006–2012. Das heißt, dass die Maximalwerte in 2012 geringer sind, aber die Zahl der Signale von 22 bis 6 Uhr anstiegen – ein Zeichen für eine Zunahme des nächtlichen Zugverkehrs. Die Kurzzeit- und Über-Nacht-Messungen in den Häusern ergaben in 2012 insgesamt geringere Felder bei den Messungen von 50–2000 Hz.

Die Ergebnisse der Hochfrequenzmessungen zeigten einen Anstieg aller Frequenzen (Median 85,5 %). Die Messwerte in städtischen waren vielfach höher als in ländlichen Bereichen. Besonders bei Mobilfunk und WLAN stiegen die Werte an. 900-MHz-Mobilfunk war in allen Kategorien am stärksten erhöht, UMTS stieg um den Faktor 77,5, Mobilfunk 1800 MHz Faktor 32,5 und WLAN Faktor 10,9 an. TETRA-Funk blieb fast gleich. Die Frequenzen der FM-Radiosender waren stark um 90 % gestiegen.

Der Anstieg vom FM-Radio könnte auf vermehrte private Radiostationen zurückgehen, denn die öffentlichen sind fast gleich geblieben. Analoge Radio-Frequenzen und digitales Fernsehen trugen nur wenig zu den Feldern bei. Der Median vom Downlink des Mobilfunks verdoppelte sich von 2006 bis 2009 (+101,4 %), hauptsächlich durch UMTS. LTE hatte nur einen geringen Anteil, der aber in Zukunft mehr Bedeutung bekommen wird. LTE startete in Österreich erst in 2012, und zwar in den Innenstädten. Deshalb waren 12 von 17 Messpunkten in Innen- und Kleinstädten, 5 in ländlichem Gebiet, 3 davon 3 km von größeren Städten entfernt. In Häusern sind die Feldstärken auch aufgrund der höheren Frequenzen gering, da die weniger in Gebäude eindringen.

Vergleicht man die Lage der Haushalte, so zeigt sich, dass mit steigender Bevölkerungsdichte auch die Feldstärken der Mobilfunkfrequenzen steigen, denn in Innenstädten ist die Dichte der Basisstationen höher. Und in höheren Etagen sind die Feldstärken höher. Die Sender der Eisenbahnen hatten nur geringe Feldstärken, da die meisten Haushalte weiter entfernt waren.

Seit 2008 gibt es DECT-Schnurlostelefone, die nur Strahlung abgeben, wenn ein Gespräch geführt wird. Infolgedessen verringerte sich die Strahlung signifikant (24 % Median und 35,2 % arithmetisches Mittel). In 38 der 219 Fälle war der Anteil von DECT an der gesamten Strahlung mindestens 50 %. Bei WLAN waren es mindestens 50 % in 27 von den 219 Haushalten. DECT und WLAN zusammen haben in 70 Haushalten über 50 % Anteil an der Gesamtstrahlung. Das bietet ein hohes Potenzial der Strahlungsreduktion.

In 70 von 219 Fällen waren Geräte im Haus der Grund für mindestens 50 % der Hochfrequenzfelder. Das zeigt, dass man Feldbelastungen zur Vorsorge mit einfachen Maßnahmen reduzieren kann. Die Mobilfunk-Downlink-Signale erhöhten sich von 2009 auf 2012 um 23,4 %, vor allem stark durch UMTS-Basisstationen (+ 127,4 %), aber auch durch 900 MHz (+ 36,5 %). LTE im Bereich 2600 MHz ist nicht weit verbreitet in Niederösterreich, daher sind die Feldstärken geringer als bei den anderen Mobilfunktechnologien.

Quelle:

Tomitsch J, Dechant E (2015): Exposure to Electromagnetic Fields in Households – Trends From 2006 to 2012. *Bioelectromagnetics* 36, 77–85 -

Medizintechnik

Störungen von Herzschrittmachern und Defibrillatoren

In Finnland wurde untersucht, inwieweit Herzschrittmacher und Defibrillatoren durch elektromagnetische Felder im beruflichen Bereich gestört werden können. Beide Gerätearten wurden im Labor und mit Freiwilligen bei Frequenzen zwischen 2 Hz und 1 kHz und verschiedenen Magnetfeldstärken und Wellenformen getestet. Störungen durch die Magnetfelder kommen auch unterhalb der ICNIRP-Grenzwerte vor.

Weil die Zahl der jüngeren Menschen zunimmt, die einen Herzschrittmacher oder Defibrillator implantiert bekommen, steigen auch mögliche Probleme mit Störungen der Geräte im beruflichen Bereich. Die Störgrößen am Arbeitsplatz und welche Wellenform besonders zu Störungen neigt, ist aber nicht genau bekannt. Das Ziel dieser Studie war, am Menschen und im Labor zu ermitteln, bei welchen Frequenzen, Wellenformen und Feldstärken gängige Schrittmacher und Defibrillatoren gestört werden.

Im Labor (in vitro) wurden 16 Schrittmacher und 17 Defibrillatoren verschiedenen Feldern zwischen 2 Hz und 1 kHz, die mit einer Computer-kontrollierten Helmholtzspule erzeugt wurden, ausgesetzt. Die Wellenformen waren sinus-, sägezahn- und rechteckförmig sowie gepulst. Zudem wurden 11 Freiwillige mit Herzschrittmacher und 13 mit implantiertem Defibrillator Magnetfeldern zwischen 2 und 200 Hz bei ähnlichen Wellenformen und Befeldungssystemen wie im Labortest und verschiedenen Feldstärken bis zu 300 µT untersucht (in vivo). Dazu wurden Geräte aufgestellt, wie sie an Arbeitsplätzen vorhanden sind (eine elektronische Diebstahlsi-

cherung, ein Induktionsherd und ein Metallinertgas-Schweißgerät). Auch der Einfluss eines Laptops auf einen Defibrillator wurde getestet. Alle in vivo-Versuche wurden mit bipolaren Sensoren des Schrittmachers und 2 verschiedenen Einstellungen (Basis-Schrittmacherunterstützung und 100 %) durchgeführt. Drei Geräte mit unipolaren Sensoren wurden auch getestet, diese mit voreingestellter Schrittmacherunterstützung. 11 Personen wurden an 2 Mobilfunk-Basisstationen, in einem fahrenden Nahverkehrszug und unter einer Hochspannungsleitung positioniert. Dabei wurden die Schrittmacher auf normale klinische Position eingestellt. Die Person mit dem Laptop wurde mehrmals mit dem Gerät auf der Brust getestet.

In den in vitro-Labortests traten Störungen durch die externen Felder bei 6 von den 16 getesteten Schrittmachern auf, 3 davon, bipolare mit eingestellter Schrittmacherfunktion, wurden nur durch Sinuswellen gestört, die anderen 3, unipolare, mit fast allen Wellenformen und unterhalb der ICNIRP-Grenzwerte für die Öffentlichkeit. Bei 3 unipolaren Schrittmachern führten die Felder zu Vorhof-Tachykardie, automatischem Umschalten u. a. bis hin zum Verlust der Schrittmacherfunktion. Obwohl verschiedene Modelle, waren die Fehlfunktionen dieselben in vitro und in vivo. Die Störungen der Schrittmacher in vitro waren falsche Interpretationen der Herzschläge; das Gerät interpretierte externe Impulse als körpereigene Herzschläge. Dadurch können Herzrhythmusstörungen und Bradykardie (zu niedrige Herzschläge) entstehen, was zu Herzstillstand, Herzklopfen, niedrigem Blutdruck und Schmerzen in der Brust führen kann. Bei den implantierten bipolaren Geräten gab es kaum Störungen; nur einer der 11 Schrittmacher zeigte Fehlfunktionen, dasselbe Modell wie die 3 Geräte mit in vitro-Störungen. Bei den Schrittmachern traten durch Sägezahn- oder Rechteck-Wellen auch unterhalb der ICNIRP-Grenzwerte für die Öffentlichkeit Störungen auf. Die unipolaren Geräte reagierten empfindlicher als die bipolaren. Wenn die Magnetfelder parallel zum Generator liefen, traten weniger Störungen auf.

Bei 11 der 17 Defibrillatoren gab es Störungen, und zwar durch Sinus-, Sägezahn- und/oder Rechteckwellen, wenn die Magnetfelder quer zum Gerät verliefen. Die gepulsten Wellen erzeugten keinerlei Störungen. Die Störungen im Einzelnen: Bei 6 Geräten wurde eine falsche Kammer-Tachykardie „erkannt“, bei 3 Geräten falsches Kammer-Flimmern, 4 der 6 Geräte empfingen Vorhof-Tachykardie und eines erkannte Tachykardie in der Refraktärzeit von Vorhof oder Kammer, so dass die Geräte falsche Aktionen einleiteten. Alle Störungen traten bei Feldstärken oberhalb der ICNIRP-Grenzwerte für die Öffentlichkeit auf. Die Fehlfunktionen der Defibrillatoren in den in vitro-Labortests lagen in der falschen Interpretation der Herzrhythmus, so dass keine angemessene Reaktion der Geräte erfolgte. Die in vivo-Labortests zeigten bei den Defibrillatoren keine Störungen unterhalb der ICNIRP-Grenzwerte für den beruflichen Bereich. In vivo gab es keine Fehlfunktionen, obwohl teilweise höhere Felder vorhanden waren.

Elektronische Diebstahlsicherung, Induktionskochfeld und Schweißmaschine verursachten keine Störungen bei den bipolaren Herzschrittmachern und den Defibrillatoren. Ein unipolarer Schrittmacher wurde von der Diebstahlsicherung während des Vorbeigehens gestört, nicht jedoch als die Person 1 min vor der Einrichtung stand. Ein Defibrillator wurde vom Induktionsherd gestört. Das Schweißgerät erzeugte bei 130 und 100 μT ein falsches Signal und die Person spürte etwas in der Brust. Die meisten Störungen traten zwischen 2 und 25 Hz auf. Wenn die Schrittmacherträger unter einer Mobilfunkbasisstation oder unter einer Hochspannungslei-

tung standen oder in einem Vorortzug saßen, traten keine Störungen auf.

Der Laptop löste bald nach dem Platzieren auf der Brust der Person einen Piepton im Defibrillator aus, der sofort in den Magnetmodus schaltete (starre Herzschläge 60–100/min.). Nach Entfernen des Laptops hörte das Piepen auf und das Gerät schaltete wieder in den normalen Modus. Der Übergang in den Magnetmodus ist eine normale zu erwartende Reaktion, wenn ein genügend großer Permanentmagnet auf das Gerät aufgelegt wird. Es war kein Netzteil angeschlossen, die Störung wurde vom statischen Magnetfeld der Festplatte verursacht. Der Übergang in diesen Modus kann vorübergehend, aber auch dauerhaft sein. Die typische Haltung mit dem Laptop im Bett birgt also ein hohes Risiko. WLAN erzeugte keine Störungen.

In manchen Berufen ist man hohen Feldern ausgesetzt, auch Hochspannungsleitungen stellen eine potenzielle Gefahr dar, obwohl in diesen Tests keine Störungen auftraten. Die ICNIRP-Richtlinie von 1000 μT bei 50 Hz für den beruflichen Bereich könnte für Menschen mit Schrittmacher oder Defibrillator zu hoch sein, sogar die Grenzwerte für die Öffentlichkeit können zu Störungen führen. Deshalb ist mehr in vivo-Forschung nötig, bevor man die Grenzwerte für die Öffentlichkeit als sicher für unipolare Schrittmacher einstuft. Es stellt sich die Frage, wie aussagefähig Labortests am Phantom sind. Klärung kann nur bringen, die Geräte in vivo zu testen, beim Wechsel kurz vor der Entnahme und direkt danach im Labor an verschiedenen Phantomarten.

Die unipolaren sind anfälliger, in vitro wie in vivo, wie schon in anderen Studien wiederholt festgestellt wurde. Unipolare Schrittmacher stellen bedeuten eine Gefahr in hohen Magnetfeldern, die müssen gemieden werden. Laptops direkt am Defibrillator können Fehlfunktionen bewirken, weil der Magnet-Modus vorübergehend oder dauerhaft eingestellt wird. An den meisten Arbeitsplätzen sind Störungen beider Geräte unwahrscheinlich. Die in der Studie angewendeten Magnetfeldstärken sind auch an Arbeitsplätzen in der Industrie selten, aber ein individuelles Risiko sollte untersucht werden, wenn jemand nach Implantation an den Arbeitsplatz zurückkehrt.

Quelle:

Tiikkaja M (2014): Environmental electromagnetic fields: interference with cardiac pacemakers and implantable cardioverter-defibrillators. People and Work; Research Reports 103, Finnish Institute of Occupational Health, Helsinki

Impressum – ElektrosmogReport 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. www.elektrosmogreport.de, E-Mail: strahlentelex@t-online.de.

Jahresabo: 78 Euro.

Redaktion:

Dipl.-Biol. Isabel Wilke (V. i. S. d. P.), KATALYSE-Institut für angewandte Umweltforschung e. V., Köln

Beiträge von Gastautoren geben nicht unbedingt die Meinung der Redaktion wieder.

Kontakt: KATALYSE e. V., Abteilung Elektrosmog

Volksgartenstr. 34, 50677 Köln

☎ 0221/94 40 48-0, Fax 94 40 48-9, E-Mail:

i.wilke@katalyse.de

www.katalyse.de, www.umweltjournal.de