

auch vorher Beratung durch Fachleute von der norwegischen Strahlenschutzbehörde stattgefunden hatte. Die Berechnungen basieren auf einer Ausgangsleistung von 125 W, der Hälfte der möglichen Leistung. Während des Einsatzes ist die Leistung oft geringer. Außerdem sind die Felder sehr inhomogen, da die Messungen im Nahfeld vorgenommen worden waren.

In der vorliegenden Studie zeigte sich, dass die HF-Felder gering sind und keinen Einfluss auf die Thermoregulation haben und keine signifikanten Veränderungen in der Körpertemperatur hervorrufen. Mögliche nicht-thermische Wirkungen sind nicht auszuschließen. Unklar ist, ob die Höhe oder die Dauer der Feldeinwirkung die wichtigere Rolle spielt. Es ist auch nicht klar, ob es zu einer Akkumulation der HF-Einwirkungen in biologischen Systemen kommt.

Auch wenn diese Studie Grenzen hat, z. B. wie man die Messungen vornimmt und wie man sie bewertet, ist diese Arbeit ein erster Versuch, die Expositionen zu beschreiben und zu berechnen und die Dosisverhältnisse auf Schiffen durch die Belastung mit Hochfrequenz epidemiologisch zu erfassen. Dieser Ansatz kann ein Anfang für die weitere Entwicklung auf dem Gebiet der Epidemiologie sein.

Quelle: Baste V, Mild KH, Moen BE (2010): Radiofrequency Exposure on Fast Patrol Boats in the Royal Norwegian Navy – An Approach to a Dose Assessment. *Bioelectromagnetics* 31, 350–360

Medizinische Technik und Feldbelastung

Elektrochirurgie erzeugt hohe Feldstärken

Das medizinische Personal ist teilweise sehr hohen Feldern ausgesetzt, wenn mit dem Elektroskalpell gearbeitet wird. Die Felder können die von der „International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection“ (ICNIRP) empfohlenen Richtwerte um fast das 10-fache übersteigen. Das haben schwedische Forscher herausgefunden.

Elektrochirurgische Einrichtungen werden heutzutage überall in medizinischen Einrichtungen als Skalpell oder zur Koagulation von Gewebe (z. B. zum Verschließen von Gefäßen) eingesetzt. Es ist nicht ganz klar, wie man die pulsmodulierten mittleren Frequenzen im Sinne der ICNIRP-Richtlinie bewerten soll, besonders bei Pulsen, die nur eine oder wenige Perioden enthalten. Die Diskussion darum ist erneut entbrannt, seit die EU die Verordnung für berufliche Exposition (2004/40/EU) erlassen hat. Die als Sinus- oder gepulste Signale angewendeten Frequenzen liegen zwischen 0,3 und 5 MHz. Für das Schneiden des Gewebes wird schnelle Erhitzung auf über 100 °C benötigt, damit die Zellen zerstört werden. Bei der Koagulation wird für einen langsamen Erhitzungsprozess gepulste Spannung angewendet. Durch die hohen Spannungs- und Stromstärkewerte entstehen hohe Felder an der Spitze der Elektrode (es können dort bis zu 200 V anliegen), denen Schwestern und besonders Ärzte ausgesetzt sind, und die hier genauer untersucht werden sollten. Je nach Bedarf können die Pulse und die Spannung variiert werden und die Voreinstellung des Gerätes regelt während der Arbeit am Patienten den Strom automatisch zum Schutz vor unbeabsichtigter Hitzeschädigung. Deshalb verändert sich die Stromstärke ständig und die tatsächlichen Werte sind kaum bestimmbar.

Zur Messung der Feldstärken wurde ein Elektroskalpell aus deutscher Produktion verwendet; Produkte anderer Firmen haben das gleiche Prinzip. 350 kHz und kontinuierliche Sinusspannung sowie verschiedene gepulste Spannung wurde angelegt je nach gewünschter Funktion. 7 verschiedene Einstellun-

gen wurden mit einer monopolen Elektrode an einem Stück Fleisch gemessen (Messfehler ± 2 dB): Autocut (cw), Drycut (cw), Highcut (Puls), Softcoag (cw), Forcedcoag (Puls) und Spraycoag (Puls). Die Messungen erfolgten in verschiedenen Höhen bis zu 2 m und in der höchsten Wirkungsstufe bei jedem Modus. Im „Spraycoag“-Modus variierte die Spitzenspannung von 1–4 kV. Hier fand man auch das höchste elektrische Feld mit 20 kV/m an Kopf und Rumpf. Der niedrigste Wert ergab sich bei „Softcoag“ mit 0,2–0,4 kV/m, gemessen in verschiedenen Höhen vom Boden bis 180 cm. Beim Magnetfeld lagen die Werte in 10 cm Abstand bei „Softcoag“ bei 0,5 und bei „Swiftcoag“ mit 13 μ T. Das Magnetfeld korrelierte gut mit den berechneten Werten bei 10 cm Abstand. Zur Orientierung: Der ICNIRP-Wert für das Magnetfeld für berufliche Belastung ist 5,7 μ T und der Spitzenwert 20 μ T; beim elektrischen Feld sind es 2,1 bzw. 0,61 kV/m.

Die gemessenen elektrischen Felder überschreiten nah am Kabel die Referenzwerte um das 2- bis 3-fache im „Autocut“- bzw. „Highcut“-Modus. All diese Werte wurden in einem Stück Fleisch ermittelt und es wurde permanent im „Worst-case“-Fall gemessen. In realen Situationen variieren die Felder stark, man hat verschiedene Gewebearten und der Abstand zum Kabel verändert sich. Da der Chirurg das Kabel meistens über der Schulter hat, sind dauernde Überschreitungen zu erwarten. In den ersten hundert Millisekunden ist der Strom viel höher, weshalb das Magnetfeld anfangs sehr hoch ist. Es kann sein, dass auch andere Personen als die Chirurgen, wie Krankenschwestern und Anästhesisten, von den hohen Feldern betroffen sind. Wie man damit umzugehen hat, ist unklar. Im Bereich der Frequenzen 100 kHz–10 GHz ist sowohl Erwärmung des Gewebes als auch Nervenreizung möglich. Die gemittelten 6-Minuten-Werte der ICNIRP zum Schutz vor thermischer Schädigung wie auch die Referenzwerte zum Schutz vor Nervenreizung für den Bereich 100 kHz–10 GHz müssen somit berücksichtigt werden. Wenn die EU-Kommission die ICNIRP-Werte übernimmt, werden diese Werte im normalen Betrieb überschritten.

Die Autoren meinen abschließend, dass daran gearbeitet werden muss, die Streufelder durch Konstruktionsmaßnahmen zu reduzieren. Abschirmen der Kabel reduziert die elektrischen Felder um den Faktor 10, aber dann könnte der HF-Strom durchsickern und woanders Verbrennungen hervorrufen.

Quelle: De Wilén J (2010): Exposure Assessment of Electromagnetic Fields Near Electrosurgical Units. *Bioelectromagnetics*, DOI: 10.1002/bem.20588

Statische Magnetfelder und γ -Strahlung

Wirkung von Magnetfeldern auf DNA und deren Reparatur

Werden Leukozyten im Blut γ -Strahlung (^{60}Co Strahlenquelle) und zusätzlich homogenen oder inhomogenen statischen Magnetfeldern ausgesetzt, entstehen unterschiedlich ausgeprägte DNA-Schäden in Form von Strangbrüchen. Unter bestimmten Bedingungen erfolgt nach einer gewissen Zeit eine Reparatur der Schäden.

Anlass zu diesen Experimenten war die immer weiter ausge-dehnte Nutzung der Magnetresonanz-Geräte in der Medizin. Viele wissenschaftliche Experimente haben eine Wirkung dieser Magnetfelder auf verschiedene Zellen gezeigt. In diesen Experimenten sollte untersucht werden, ob die Kombination von homogenen und inhomogenen statischen Magnetfeldern (hSMFs und iSMFs) mit γ -Strahlung eine Veränderung der

DNA von Leukozyten in menschlichem Blut hervorruft und ob statische Magnetfelder einen Einfluss auf die Reparatur von der strahleninduzierten DNA-Schädigung (Einzel- und Doppelstrangbrüche) haben. Getestet wurden ein homogenes und 3 verschiedene inhomogene SMFs (verschiedene Abstände zur Feldquelle) bei 8 verschiedenen Expositionszeiten: 0,5–1–2–4–6–18–24 Stunden. In einem Vorversuch mit 0,5–4 Gy wurde ermittelt, dass schon bei 0,5 Gy DNA-Schäden entstehen und diese ab 1 Gy statistisch signifikant sind. Für die hier folgenden Experimente wurden 4 Gy angewendet, weil da die spontane Reparatur nach 6 Stunden am höchsten war. Die Dosisrate betrug 0,3 Gy/min bei einem Abstand von 37,5 cm, Dauer 11,4 min. Die Magnetfelder wirkten jeweils 24 Stunden ein. Es wurden 3 verschiedene Gruppen von Experimenten durchgeführt: 1. Einwirkung von SMFs allein, 2. zuerst Bestrahlung mit ^{60}Co , dann Einwirkung von SMFs, 3. zuerst Einwirkung von SMFs, dann Bestrahlung mit ^{60}Co , 4. als positive Kontrolle 4 Gy ^{60}Co . Die Untersuchung auf DNA-Schädigung erfolgte mit dem alkalischen Komet-Test, der sowohl Einzel- als auch Doppelstrangbrüche der DNA anzeigt, 0–0,5–1–2–4–6–18–20–24 Stunden nach der Behandlung. Untersucht wurden je 2 Proben des Vollbluts von 3 gesunden Männern; 2 waren 26 und einer 50 Jahre alt.

Ergebnisse: Wenn nur homogene SMFs einwirkten, waren die DNA-Schäden bei 4 und 18 Stunden geringer als bei der unbehandelten Kontrolle. Die Prozentwerte bei den inhomogenen Feldern unterschieden sich nicht signifikant von der Kontrolle.

Wirkten zuerst die SMFs und dann die γ -Strahlung ein, waren in allen bestrahlten Proben die Strangbrüche signifikant höher als bei der Kontrolle. Es wurde bei allen (hSMFs und iSMFs) ein 3-fach höherer Anteil an Schweiß-DNA erzeugt als bei der unbehandelten Kontrolle, und fast kein Unterschied zur positiven Kontrolle. Wenn erst die γ -Strahlung und anschließend die homogenen Magnetfelder einwirkten, gab es keine statistisch signifikanten Unterschiede im prozentualen Anteil der Strangbrüche. Nur bei 4 Stunden waren die Strangbrüche signifikant geringer gegenüber der positiven Kontrolle. Bei den inhomogenen Magnetfeldern wurde schon in der ersten Stunde die Reparatur verzögert. Die Einwirkung von homogenen und inhomogenen SMFs allein zeigte nach 24 Stunden mäßige, aber statistisch signifikante Unterschiede in der DNA-Schädigung zu 3 Zeitpunkten, bei den homogenen Feldern war bei 4 und 18 Stunden und bei den inhomogenen Feldern nach 1 Stunde der Prozentsatz der Schweiß-DNA signifikant niedriger als bei den Kontrollen. Dass zu den anderen Zeitpunkten keine signifikanten Unterschiede auftreten, stimmt mit Experimenten anderer Arbeiten überein. Die geringere DNA-Schädigung bei 4 Stunden hSMF-Einwirkung zeigte sich auch schon in früheren Experimenten mehrmals. Der Grund ist unbekannt. Die 4-Stunden-Exposition scheint einen leichten, aber signifikanten positiven Effekt auf die DNA-Reparatur zu haben. Dieses Phänomen wurde in ähnlicher Weise bisher nur einmal in der Literatur beschrieben.

Als Schlussfolgerung bleibt festzuhalten, dass homogene Magnetfelder keine schädliche Wirkung auf DNA und DNA-Reparatur bei menschlichen Leukozyten haben während einer 24-stündigen Exposition. Bei einer von 3 Stufen der inhomogenen Felder (iSMF 3) der Exposition könnte die DNA-Schädigung gesteigert werden und bei iSMF 2 könnte die DNA-Reparatur in der ersten Stunde negativ beeinflusst werden, nicht aber bei längerer Exposition bis 24 Stunden.

Quelle: Kubinyi G, Zeitler Z, Thuroczy G, Juhasz P, Bakos J, Sinay H, Laszlo J (2010): Effects of Homogeneous and Inhomogeneous Static Magnetic Fields Combined With Gamma Radiation on DNA and DNA Repair. *Bioelectromagnetics* 31, 488–494

Forschung, Politik und Industrie

Kritik an bewilligtem Forschungsvorhaben

Unter der Überschrift „Trägt staatliche Forschungsförderung zur Verharmlosung möglicher gesundheitlicher Risiken der Mobilfunkstrahlung bei?“ kritisieren die Wissenschaftler Prof. Dr. med. Franz Adlkofer, Prof. Dr. med. Michael Kundi und Prof. Dr. phil. Karl Richter als Stiftungsrat der Stiftung Pandora ein Forschungsvorhaben, das vom Bundesamt für Strahlenschutz bewilligt wurde. In dem Projekt soll Prof. Alexander Lerchl von der privaten Jacobs Universität Bremen weiter die Gesundheitsgefahren durch Mobilfunk an Ratten untersuchen. Da er anscheinend von der „grundsätzlichen Unschädlichkeit des Mobilfunks“ überzeugt ist und dies „nach unserer Meinung im Widerspruch zum Stand der wissenschaftlichen Erkenntnis“ steht, er sich dabei auf seine früheren Ergebnisse bezieht, „ist unabdingbare Voraussetzung, dass diese einer kritischen Analyse standhalten“. Um es vorweg zu nehmen, Prof. Adlkofer kommt zu dem Schluss: „Die Experimente zur Überprüfung der Melatoninhypothese werden vom Ansatz bis zur Auswertung wissenschaftlichen Ansprüchen nicht gerecht.“ Die wissenschaftliche Qualifikation wird in Zweifel gezogen und der Stiftungsrat fordert, Prof. Lerchl nicht weiter als Leiter des Ausschusses Nichtionisierende Strahlen in der SSK zu bestätigen, und es wird die Frage gestellt, was die politisch Verantwortlichen bei ihrer „Förderungs- und Berufungspolitik“ geleitet hat.

Auch der Vorstand der Kompetenzinitiative zum Schutz von Mensch, Umwelt und Demokratie e. V. sieht in dem Projekt „Forschung im Dienst der Entwarnung“. Und nicht nur das – man sieht auch mit Befremden, dass neuerlich Geld an jemanden vergeben wird, der in der Vergangenheit nicht wissenschaftlich korrekt gearbeitet habe. In den Experimenten sollte die Wirkung von Mobilfunkstrahlung auf die Zirbeldrüse von Zwerghamstern untersucht werden. Dies in Projekten des Deutschen Mobilfunkforschungsprogramms, das unter Leitung des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) zu einem großen Teil von der Mobilfunkindustrie bezahlt worden war. Die Kompetenzinitiative hat ein Gutachten bei Prof. Adlkofer in Auftrag gegeben, in dem Durchführung und Auswertung der damaligen Experimente von Prof. Lerchl zur Melatoninhypothese beurteilt werden sollte (s. u.). Die Kompetenzinitiative schließt einen Appell an, in dem Parteien, Umweltorganisationen und alle Bürger aufgefordert werden, sich zu engagieren und für unabhängige Forschung einzutreten.

Zitat der Schlussfolgerung des 7-seitigen Gutachtens von Prof. Adlkofer: „Insgesamt ist festzustellen: Prof. Lerchls Forschungsvorhaben zur Überprüfung der „Melatoninhypothese“ wird hinsichtlich Ansatz, Durchführung und Deutung der Ergebnisse dem Anspruch, den man an eine wissenschaftliche Arbeit stellen darf, nicht gerecht. Die Studie kann als weiterer Beleg für den immer noch erbärmlichen Zustand der Mobilfunkforschung insgesamt angesehen werden. Dieser Zustand ist das Ergebnis der seit Jahrzehnten vorherrschenden industriegeleiteten Gefälligkeitsforschung, für die Prof. Lerchl nur ein weiteres markantes Beispiel bietet.“ Es wird auch darauf hingewiesen, dass für diese Experimente mehrere Hundert Hamster sterben mussten, obwohl die Ergebnisse laut BfS nicht auf den Menschen übertragen werden können. Das Gutachten ist unter http://www.stiftung-pandora.eu/downloads/ki_2010-08-16_gutachten-zu-lerchl_de.pdf zu finden.

Quelle: www.kompetenzinitiative.net, www.elektrosmognews.de vom 17.08.2010