

letzungen oder andere äußere Umstände, waren aber statistisch signifikant verschieden bei den Krebsfällen, hauptsächlich bei den lymphatischen Blutkrebsarten. Der Unterschied war hoch signifikant mit Faktor 7,22. Bei Augen- und Hirntumoren betrug der Faktor 2,71 und bei den anderen Krebsarten (Magen-Darm-, und Urogenitalbereich oder Atemwege) 2,43. Die Dauer der Beschäftigung war bei den lymphatischen Krebsarten 2–14 Jahre, die Zeitspanne vom Beginn der Beschäftigung bis zum Ausbruch der Krankheit betrug 3–39 Jahre. Bei Tumoren des Gehirns und Nervensystems war die Latenzzeit 20 Jahre oder mehr. 12 von den 19 Männern, die an Hirn- oder Blutkrebs gestorben sind, waren Radartechniker, 3 Mechaniker. Letztere arbeiteten 50–100 m vom Hauptgebäude entfernt und waren stärkeren Feldern ausgesetzt, wenn die Anlagen getestet wurden. 4 von 11 Blutkrebs-Todesfällen waren Ingenieure gewesen, die mit der Wartung der Geräte beauftragt waren und deshalb nah an den Elektronenröhren gearbeitet hatten, und zwar vor den 70er Jahren. Danach wurden besser abgeschirmte Geräte benutzt. Da die Daten der Personengruppen nahezu gleich waren (Lebensumstände, Geburtsjahr, kaum unterschiedliche Belastung durch Chemikalien), kann man davon ausgehen, dass es keinen „Kohorteneffekt“ gibt. Zu klären ist, ob die erhöhten Krebsraten durch die Mikrowellen oder die Röntgenstrahlung hervorgerufen wurden.

#### Quelle:

Degrave E, Meeusen B, Grivegnée AR, Boniol M, Autier P (2009): Causes of death among Belgian professional military operators: A 37-year retrospective cohort study. *International Journal of Cancer* 124, 945–951

### Mobilfunkforschung

## Verminderte DNA-Reparatur durch UMTS und GSM 900

**Diese Untersuchungen an menschlichen primären Zellkulturen von Lymphozyten ergaben, dass durch einige Frequenzen, die im 900-MHz-Bereich (GSM) und bei UMTS zum Einsatz kommen, die Reparaturmechanismen nach DNA-Schädigung gehemmt werden. Das ist ein weiterer Beweis für den Fenstereffekt und DNA-Schädigung durch Mobilfunkfrequenzen bei nicht-thermischen Feldstärken.**

In die DNA-Reparatur nach deren Schädigung sind verschiedene Proteine eingebunden, z. B. das phosphorylierte H2AX- und das TP53-Protein (ein Tumor-Suppressor-bindendes Protein). Das Vorhandensein dieser Proteine markiert Bruchstellen in der DNA, die durch Strahlung oder gentoxische Chemikalien entstanden sind. Die beiden hier verwendeten Proteine werden phosphoryliert, wenn ein DNA-Schaden aufgetreten ist. Sie bilden dann sofort ein Gerüst um die Schadensstellen herum, das Chromatin wird eingebunden und die Reparatur eingeleitet.

Primäre Lymphozyten von Blutproben gesunder und (nach eigener Aussage) elektrosensibler Menschen wurden verschiedenen Frequenzen ausgesetzt, zusätzlich wurden eine negative und 2 positive Kontrollen mitgeführt. Die Untersuchungen wurden als Blindproben doppelt angesetzt. Die Feldstärken der Strahlung von 1947,4 MHz (UMTS) und 915 MHz (GSM 900) entsprachen SAR-Werten von 40 bzw. 37 mW/kg. Die positiven Kontrollen bestanden in Bestrahlung mit Cäsium-137 für die gentoxische Wirkung und Erhitzung auf 41 °C für die Stressreaktion.

Es gab generell keine signifikanten Unterschiede an den DNA-Reparaturstellen zwischen den Proben der elektrosensiblen Personen und denen der Kontrollpersonen. Bei beiden Grup-

pen gab es bei UMTS, 915 MHz und Hitzeschockbehandlung hochsignifikante Hemmung der DNA-Reparaturstellen im Vergleich zu den scheinbestrahlten Proben. Diese Unterschiede hielten erstaunlicherweise 3 Tage an, nur die hitzebehandelten normalisierten sich etwas früher. Bei 905 MHz gab es keine eindeutigen Befunde. 915-MHz-Einwirkung resultierte auch in einer vorübergehenden signifikanten Verdichtung des Chromatins, ähnlich der Kondensation bei Erhitzung auf 41 °C. Dies zeigt, dass 915-MHz-Strahlung einen Stressfaktor darstellt ähnlich der Hitzeinwirkung. Durch die Verdichtung des Chromatins haben möglicherweise die Reparaturproteine keinen Zugang mehr zu den Bruchstellen. Im Gegensatz dazu entsteht durch ionisierende Strahlung (positive Kontrolle) eine Auflockerung des Chromatins. Es wirken demnach unterschiedliche Mechanismen bei der Reaktion auf ionisierende und nicht-ionisierende Strahlung.

UMTS und GSM 900 bewirken eine signifikante Konformationsänderung des Chromatins in menschlichen Lymphozyten, so dass die Reparatur der DNA behindert wird. Dieses Phänomen findet sich bei elektrosensiblen ebenso wie bei den gesunden Personen (Kontrollen). Es sind nur bestimmte Frequenzen, die die Schädigung hervorrufen. Möglicherweise entsteht ein Ungleichgewicht zwischen DNA-Schädigung und DNA-Reparatur. Die Hemmung der DNA-Reparatur geschieht bei Feldstärken, die unter der thermischen Schwelle und weit unter den ICNIRP-Sicherheits-Standards liegen. Bei Überlebensraten der Zellen und Apoptose gab es keine Unterschiede (unter 10 % abgestorbene Zellen), Apoptose war nicht die Ursache der Hemmung. Die Untersuchungen zeigen unzweifelhaft, dass Mikrowellen schädliche Einflüsse auf menschliche Lymphozyten haben, egal ob sich die Personen als elektrosensibel bezeichnen oder nicht. Die wirksamen Frequenzen sind die Trägerfrequenzen der Mobilfunkkommunikation. Dass Unterschiede bestehen sieht man auch daran, dass bei gleicher Feldstärke 915 MHz Schäden verursachen und 905 MHz nicht.

Die Forschergruppe, gebildet aus Wissenschaftlern von verschiedenen Universitäten (Schweden, Slowakei und Russland) haben hier erstmals gezeigt, dass UMTS-Frequenzen auf das Chromatin einwirken. Die Vorstellung war, dass UMTS-Frequenzen stärker wirksam sind als GSM-Frequenzen, weil die Bandbreite bei UMTS mit 5 MHz größer ist als bei GSM 900 (200 kHz). Diese Hypothese konnte mit diesen Experimenten bestätigt werden. Die Ergebnisse sind in zweierlei Hinsicht von großer Bedeutung: erstens basieren die Reaktionen nicht auf thermischen Wirkungen und zweitens kann man nun nach Trägerfrequenzen suchen, die unschädlich bzw. weniger biologisch wirksam sind.

#### Quelle:

Belyaev IY, Markova E, Hillert L, Malmgren LOG, Persson BRR (2009): Microwaves From UMTS/GSM Mobile Phones Induce Long-Lasting Inhibition of 53BP1/H2AX DNA Repair Foci in Human Lymphocytes. *Bioelectromagnetics* 30, 129–141

### Medizinische Diagnostik

## MRT: Diagnostik, Schwangerschaft und Wellness

**Es gibt nur wenige wissenschaftliche Untersuchungen, die sich mit der Verteilung von Feldern bei Schwangeren befassen haben und wie weit der Fetus betroffen ist. Eine Untersuchung an einem Schwangeren-Modell zeigt, dass im Fetus hohe SAR-Werte erreicht werden. Die Ansichten über die Schädlichkeit der Felder, die während einer Magnetresonanz-Untersuchung einwirken, gehen auseinander.**

Der Einsatz von Magnetresonanz-Geräten in der Diagnostik wird allgemein als schonendes Verfahren angesehen, da es die ionisierenden Röntgenstrahlen vermeidet, welche Genschäden erzeugen. Allerdings ist nicht genau geklärt, wie hoch die thermischen Wirkungen in den einzelnen Gewebearten sind und erst recht nicht, welche SAR-Werte bei Kindern im Mutterleib entstehen. Bei der Magnet-Resonanz-Tomografie (MRT) werden statische Magnetfelder in Kombination mit Pulsen von Hochfrequenzfeldern in den Körper geschickt (s. S. 4).

Eine Untersuchung von Peditatis et al. hat an einem Modellkörper einer schwangeren Frau in der 30. Schwangerschaftswoche erfasst, welche SAR-Werte erreicht werden an verschiedenen Teilen des Körpers der Frau und im Fetus. Bei 0,3–4 T statisches Feld und 13–170 MHz sieht man, dass die SAR-Werte mit zunehmender Frequenz ansteigen. Die höchsten SAR-Werte waren an den Extremitäten und im Rumpf der Mutter zu finden (für 10 g Gewebe), beim Fetus waren die Felder etwa 4-fach geringer. Die Ganzkörper-SAR-Werte waren, bei Mutter und Kind etwa gleich, 24-fach geringer als bei den 10-g-Gewebe-Werten. Es gibt keine Grenzwerte für Feten, deshalb hat man sich an den Grenzwerten für die Allgemeinheit orientiert (0,08 W/kg Ganzkörperbelastung, 2 W/kg für 10 g Gewebe). Unter den hier gewählten Bedingungen ergaben die Messungen, dass der Grenzwert beim Fetus um das 1,8-Fache für 10 g Gewebe und für die Ganzkörperbelastung um das 7,4-Fache überschritten wird. Die Autoren empfehlen den zuständigen nationalen Gremien, besondere Schutzvorschriften für Feten zu erarbeiten.

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) äußert in den Empfehlungen zu MRT-Anwendungen: „Wegen der noch limitierten Erfahrung bei menschlichen Feten sollte die Indikation für MR-Untersuchungen in der Schwangerschaft grundsätzlich erst nach expliziter Abwägung des Nutzen-Risiko-Verhältnis im Vergleich zu Alternativmethoden gestellt werden und die Untersuchung mit der geringstmöglichen Feldstärke und Expositionsdauer durchgeführt werden.. Insbesondere in den ersten drei Monaten der Schwangerschaft ist für die Indikationsstellung ein besonders strenger Maßstab anzulegen.“ Das Landesamt für Arbeitsschutz, Gesundheitsschutz und technische Sicherheit Berlin klärt auf unter „Gefährdung durch elektromagnetische Felder“ zu den Kernspintomografen, es ergeben sich Probleme aus starken Magnetfeldern und hochfrequenten Feldern. „Starke Magnetfelder können Veränderungen in zellulären und molekularen Strukturen innerhalb der Organe bewirken.“ Auch auf EKG und EEG wurden Veränderungen festgestellt, wird berichtet. Bei Schwangeren sollten solche Untersuchungen nur unter strenger Indikation erfolgen, da eine Gefährdung des Embryos/Fötus nicht ausgeschlossen werden kann. Das Institut für klinische Radiologie der Ludwig-Maximilian-Universität München (LMU) erklärt ausführlich das zu Grunde liegende physikalische Prinzip und erklärt: „Bei schwangeren Frauen wird aus Sicherheitsgründen in den ersten 12 Wochen einer Schwangerschaft besonders genau geprüft, ob eine MRT durchgeführt werden muss.“ Ein Team von Arztpraxen in Kempten bietet die MRT-Diagnostik an und weist ebenfalls darauf hin: „In der Schwangerschaft sollte aus Gründen der allgemeinen Vorsicht nur dann eine Kernspintomographie durchgeführt werden, wenn die Untersuchung eine unmittelbare und zeitlich nicht aufschiebbare Behandlungskonsequenz hat.“

Andere Einrichtungen sind da nicht so vorsichtig. Die Radiologie Linz beispielsweise hält auf ihrer Homepage die Strahlung generell für ungefährlich, aber es wird „sicherheitshalber eine MRT in den ersten 3 Monaten der Schwangerschaft nur in Ausnahmefällen durchgeführt“. Beim Krebsinformationsdienst des Deutschen Krebsforschungszentrums Heidelberg

meint man, dass es bisher unklar ist, ob es Gesundheitsschäden gibt, bisher seien aber keinerlei Schädigungen beobachtet worden, obwohl das Verfahren schon seit etwa 20 Jahren und bei vielen Millionen Untersuchungen eingesetzt wurde. Das Krankenhaus am Rosarium in Sangerhausen hat in seinem MRT-Leitfaden gar keine Hinweise zu Risiken in der Schwangerschaft aufgeführt.

Das Centrum für MRT-Diagnostik in Fellbach (bei Stuttgart) preist die „Hightech-Vorsorge ohne Strahlenbelastung“ als Wellness-Event an: „Mit schmerzfreiem Ganzkörper-Screening Gewissheit für Ihr Wohlbefinden.“ ... „Die Untersuchung ist völlig harmlos.“ Es werden keine Röntgenstrahlen, sondern ein Magnetfeld und unschädliche Radiowellen angewendet, wird der Interessent aufgeklärt. Das Zentrum für pränatale MRT-Diagnostik an der Universität Leipzig annouciert: „Schwerpunkt unserer Spezialuntersuchungen ist die frühzeitige intrauterine Diagnostik von Hirnfehlbildungen.“ Die Pädiatrische Radiologie spricht von „strahlungsfreier Magnetresonanztomografie“. Die Radiologie in Hamburg-Harburg zum Thema: „Die Einflüsse einer MRT auf den ungeborenen menschlichen Organismus sind bislang noch nicht abschließend untersucht, so dass man derzeit in der Indikationsstellung einer MRT bei Schwangeren strenger umgeht.“ Aber man schließt daraus: „Letztlich gibt es bislang jedoch keinerlei Hinweise auf Schädigungen des Fötus.“ Es gäbe noch weitere Beispiele anzuführen, viele Anbieter sehen keine Schäden, obwohl auch darauf hingewiesen wird, dass es kaum Wissen darüber gibt.

**Quellen:** Peditatis M, Leitgeb N, Cech R (2008): RF-EMF exposure of fetus and mother during magnetic resonance imaging. *Physics in Medicine and Biology* 53, 7187–7195; [www.centrum-mrt.de](http://www.centrum-mrt.de), [www.bfs.de](http://www.bfs.de), [www.berlin.de](http://www.berlin.de), [www.krankenhaus-am-rosarium.de](http://www.krankenhaus-am-rosarium.de), [www.uni-leipzig.de](http://www.uni-leipzig.de), [www.radiologie-hamburg-harburg.de](http://www.radiologie-hamburg-harburg.de), [www.krebsinformationsdienst.de](http://www.krebsinformationsdienst.de), [www.radiologie-kempten.de](http://www.radiologie-kempten.de), [www.radiologie-linz.at](http://www.radiologie-linz.at), [www.radiologie-lmu.de](http://www.radiologie-lmu.de)

## Kurzmeldungen

### Neue Aktivitäten der Kompetenzinitiative

Die Kompetenzinitiative zum Schutz von Mensch, Umwelt und Demokratie e. V. hat ihr Angebot an Veröffentlichungen ausgeweitet. Die vorhandenen Broschüren werden in andere Sprachen übersetzt (Englisch, Französisch, Spanisch), neue Projekte sind in Arbeit. Zudem ist die 39-seitige Zusammenfassung des 2007 erschienenen Reports der BioInitiative Working Group auf Deutsch erschienen. Alle Online-Publikationen werden kostenlos zur Verfügung gestellt. Weitere Aktivitäten im Wahljahr 2009 liegen auf politischer Ebene: Alle im Bundestag vertretenen politischen Parteien und andere werden Informationsmaterial über den wissenschaftlichen Kenntnisstand erhalten und eine Stiftung soll gegründet werden, die von Staat und Industrie unabhängige Forschung ermöglichen wird.

**Quelle:** [www.kompetenzinitiative.de](http://www.kompetenzinitiative.de)

### Prof. Grigoryev fordert mehr Kinderschutz

Der Vorsitzende der russischen Kommission für den Schutz vor nicht-ionisierender Strahlung hat erneut gefordert, Kinder besonders vor Mobilfunkstrahlung zu schützen. Die Strahlung hat eine stärkere Wirkung auf Kinderköpfe: Wenn Kinder aufwachsen, sind sie „Fenster der Empfänglichkeit“ und deshalb stärker durch Umweltgefahren bedroht. Er fordert von den Wissenschaftlern der Welt mehr Forschung und mehr Aufklärung über die Gesundheitsrisiken von Kindern und schlägt vor, Kindern unter 18 Jahren das Mobiltelefonieren zu untersagen.

**Quelle:** [www.diagnose-funk.org](http://www.diagnose-funk.org)