

etwa 2 Jahre dauernde Ganzkörper-Bestrahlung mit 900 MHz mit GSM- oder CDMA-Modulation scheint bei den Ratten im Herzen mehr Tumoren und Hyperplasien hervorgerufen als im Gehirn, bei den männlichen Tieren stärker als bei den weiblichen.

Im Anhang an die Ergebnisse sind genaue Angaben und Bewertungen der Gutachter angefügt. Darin werden die Histopathologie, die Schädigungen der Gewebe, der Zeitpunkt des Auftauchens der Tumore genau beschrieben sowie Bemerkungen und Vorschläge der Gutachter aufgelistet.

#### Quelle:

Wyde, ME, Cesta MF, Blystone CR, Bucher JR, Elmore SA, Foster PM, Hooth MJ, Kissling GE, Malarkey DE, Sills RC, Stout MD, Walker NJ, Witt KL, Wolfe MS (2016): Report of Partial Findings from the National Toxicology Program Carcinogenesis Studies of Cell Phone Radiofrequency Radiation in Hsd: Sprague Dawley® SD rats (Whole Body Exposures). doi: <http://dx.doi.org/10.1101/055699>, vorab online veröffentlicht am 26.05.2016

### Wirkung von Smartphonestrahlung

## Smartphonestrahlung verändert Blutplättchen-Funktionen

**Die Studie wurde durchgeführt um herauszufinden, welchen Einfluss Mobilfunkstrahlung eines handelsüblichen Smartphones auf Blutplättchen (Thrombozyten) hat. Wenn die Thrombozyten der 900-MHz-Strahlung eines Smartphones ausgesetzt sind, werden Struktur, Volumen und Funktion signifikant verändert. Man sollte mit übermäßiger Smartphone-Nutzung vorsichtig sein und Blutprodukte vor der Strahlung schützen.**

Thrombozyten sind Blutbestandteile ohne Zellkern, die eine wichtige Rolle bei Verletzungen der Blutgefäße spielen. Sie aktivieren u. a. die Koagulationsfaktoren für die Gerinnung, damit die Verletzungen des Blutgefäßes geschlossen werden. Die Thrombozytenfunktion wird durch eine Reihe von umwelt- und verhaltensbedingten Faktoren beeinflusst wie Körpertemperatur, Ernährung, Luftverschmutzung, Allergene und auch Schlafstörungen. Die Frage war, ob die Strahlung eines 900-MHz-Smartphones einen Einfluss auf die Thrombozytenfunktionen hat, was hier in vitro getestet wurde.

Im Test waren Blutproben von 16 gesunden Freiwilligen aus den Mitarbeitern des Labors (durchschnittliches Alter  $45 \pm 11$  Jahre, 13 Frauen und 3 Männer). Ihnen wurden Blutproben (Citratblut) entnommen und in 2 Teile geteilt. Die eine Hälfte der Proben wurde 1 cm von einem 900-MHz-Smartphone entfernt aufgestellt, das einen 30-minütigen Anruf aussendete (WLAN-Funktion ausgeschaltet), die andere Probe diente als Kontrolle ohne Strahlung. 60 Minuten nach der Bestrahlung wurden die Anzahl der Thrombozyten, deren durchschnittliches Volumen und Funktion bestimmt. Mit den Gerinnungs-Agonisten Epinephrin, Adenosin-Diphosphat (ADP) und Kollagen wurde die Gerinnungszeit (Thrombozytenaggregation) mit und ohne Bestrahlung verglichen. Kollagen, Epinephrin und ADP induzieren die Thrombozyten-Aggregation.

Das 30-Minuten-„Gespräch“ führte zu einer signifikanten Verlängerung der Kollagen-Epinephrin-Aggregation gegenüber der unbestrahlten Kontrolle (mittlerer Anstieg 10 %) und einem beträchtlichen Anstieg des Volumens (5 %), während die Kollagen-Adenosindiphosphat-Aggregation und die

Anzahl der Thrombozyten unverändert blieben. Bei 8 von 16 Teilnehmern (50 %) war die Verschlusszeit der Gefäße durch Kollagen-ADP verlängert und bei 15 von 16 (94 %) die Kollagen-Epinephrin-Aggregation (121 zu 141 s). Bei 14 von 16 Personen (88 %) war das durchschnittliche Volumen der Thrombozyten angestiegen (7,8 gegenüber 8,1 fL). Die Autoren nehmen an, dass die Volumenvergrößerung mit einer Aktivierung durch die Strahlung und anschließender Abnahme der Sensitivität und Reaktivität auf milde Agonisten wie Epinephrin zusammenhängt.

Die Studie zeigt, dass die 900 MHz des Smartphones signifikante Störungen der Thrombozytenstruktur und -funktion hervorrufen. Übermäßiges Telefonieren mit dem Smartphone könnte schädlich sein, die US-amerikanische Nahrungs- und Arzneimittel-Behörde (Food and Drug Administration, FDA) empfiehlt daher, Gespräche kurz zu halten und Freisprechanlagen zu benutzen. Es könnte ein gesteigertes Risiko für Thrombosen oder Blutungen im Gehirn während und nach Smartphone-Gesprächen bestehen. Neben dieser klinischen Bedeutung weist der signifikante Einfluss der Strahlung auch darauf hin, dass man Blutprodukte, die Thrombozyten enthalten, während der Herstellung und Lagerung vor Smartphonestrahlung schützen sollte.

#### Quelle:

Lippi G, Danese E, Brocco G, Gelati M, Salvagno GL, Montagnana M (2016): Acute effects of 30 minutes of exposure to a smartphone call on in vitro platelet function. Blood Transfusion DOI 10.2450/2016.0327-15

### Hochfrequenzwirkung

## Hypothese zur Wirkung von Magnetfeldern auf Zellen

**Hochfrequenzstrahlung kann Radikalkonzentrationen in biologischen Systemen und Wachstumsraten von Krebszellen verändern. Wie das geschehen kann, beleuchten die beiden Autoren anhand von theoretischen Beobachtungen und experimentellen Ergebnissen. Die Hypothese ist, dass schwache Magnetfelder die Rekombinationsrate der Radikalpaare verändern.**

Seit den späten 1950er Jahren werden biologische Wirkungen von nicht-ionisierender Strahlung befürchtet durch Radar und andere Strahlungsquellen. Seit dem Anstieg von Mobilfunk, Radio/TV und Wi-Fi sind die Besorgnisse bezüglich der direkten Einflüsse auf Menschen und andere Lebewesen gestiegen. Die menschliche Gesundheit kann indirekt durch Störung von medizinischen Geräten wie Geräte im Krankenhaus oder Herzschrittmacher beeinträchtigt werden. Eine direkte biologische Langzeitwirkung ist schwierig zu belegen, da Wirkungen der Strahlung schwer zu reproduzieren und Mechanismen kaum bekannt sind.

Ein am meisten favorisierter Mechanismus der Langzeiteinwirkung durch niedrige Feldstärken ist Radikalbildung wie Superoxid  $O_2^-$ ,  $NO_x$  und  $H_2O_2$ , welches überführt wird in das Radikal  $OH^\cdot$ . Das sind Radikale, die ungepaarte Elektronenspins haben und höchst reaktiv sind. Diese Moleküle (ROS) wirken einerseits als Signalmoleküle und andererseits können sie Schäden an wichtigen biologischen Molekülen wie DNA und Lipiden in Zellen hervorrufen. Schädigungen von Zellen und Geweben wie Alterung, Krebs und die Alzheimer-Krankheit stehen in Zusammenhang mit erhöhten Radikalkonzentrationen über lange Zeiträume.

Hier werden mögliche theoretische Mechanismen und experimentelle Daten präsentiert, wie Langzeitbefeldung mit relativ schwachen statischen, NF- und HF-Magnetfeldern die Radikalkonzentrationen verändern kann. Dadurch können unterhalb der Grenzwerte biologische Systeme beeinflusst und Zellwachstumsraten verändert werden, wobei innere Mechanismen die Veränderungen kompensieren können.

**Hintergrund:** Besorgnis in der Öffentlichkeit begann durch die epidemiologische Studie zu Kinderleukämie in der Nähe von Hochspannungsleitungen (Wertheimer/Leeper 1979), sie dauert seit mehreren Jahrzehnten an und geht heute bis hin zu Hirntumoren bei Vielnutzern von Mobiltelefonen. Inzwischen werden Nieder- und Hochfrequenzfelder (Mobilfunkstrahlung) von der WHO (IARC) als möglicherweise Krebs erregend eingestuft; dies ist aber noch nicht bei der ICNIRP angekommen. Andererseits werden NF- und HF-Felder zum Vorteil des Menschen zur Verbesserung von Heilungsprozessen eingesetzt. Es ist lange bekannt, dass Magnetfelder chemische Reaktionen und Radikalkonzentrationen verändern können. Radikale haben eine breite Vielfalt an biologischen Funktionen, z. B. greifen ROS Infektionserreger wie Bakterien und andere Pathogene an, neutrophile Leukozyten schütten ROS als Teil des Immunsystems aus, Makrophagen werden aktiviert u. a. m. Phosphorylierung wird durch Magnetfelder beeinflusst, Phosphorylierung ist Teil vieler Signalketten und Aktivierungen in biologischen Prozessen.

Diese Arbeit wurde angestoßen durch die Beobachtung, dass die Verringerung des Erdmagnetfelds auf weniger als  $1 \mu\text{T}$  das Wachstum von Fibrosarkomzellen hemmt. Es ist klar, dass Veränderung des Magnetfeldes um mehr als das 10-fache von Mikrottesla die Radikalkonzentrationen verändert, wenn Magnetfelder im Bereich der Resonanzfrequenzen angewendet werden, die z. T. sehr geringe Bandbreite haben. Jüngste Arbeiten zeigen, dass man Veränderungen in chemischen Reaktionen mit Radikalen im Bereich von Nanotesla nachweisen kann.

Die Hypothese ist, dass schwache Magnetfelder die Rekombinationsrate der Radikalpaare verändern, die während des Stoffwechsels in Zellen erzeugt werden, und dadurch die Radikalkonzentrationen verändert werden. Meistens aktivieren Radikale Antioxidantien und andere Radikalfänger, sodass Schäden nicht sichtbar werden, und in einigen Fällen haben sie positive Wirkung, indem sie das Immunsystem aktivieren. Allerdings kann Langzeiteinwirkung von Magnetfeldern zu erhöhten Radikalkonzentrationen führen und es entsteht Alterung, Krebs und die Alzheimerkrankheit. Das ist oft nicht sichtbar, weil Reparatur- und andere Systeme wirken.

**Einige Theoretische Beobachtungen:** Radikale entstehen bei vielen biologischen Reaktionen, darunter bei Stoffwechselprozessen in den Mitochondrien. Die Radikalpaare liegen im Singulett (S)- oder Triplett (T)-Zustand vor. Im Singulett-Zustand rekombinieren sie zwischen  $10^{-6}$  und  $10^{-10}$  s. Im Triplett-Zustand können sie nicht rekombinieren, so dass sie mit anderen Molekülen reagieren. Die Rate, mit der ein Wechsel vom S- in den T-Zustand und zurück erfolgt, kann durch Magnetfelder gestört werden. Man postuliert, dass dadurch die Radikalkonzentrationen verändert werden.

**Experimentelle Ergebnisse:** Experimenten haben klar gezeigt, dass schwache statische Magnetfelder biologische Prozesse und Radikalkonzentrationen beeinflussen. Tatsache ist, dass Vögel, Lachse und andere Tiere geringe Veränderungen im Erdmagnetfeld wahrnehmen und sie zur Navigation nutzen können. Laborversuche zeigen, dass die Wachstumsrate von Bakterien (E. coli) abnimmt, wenn das Magnet-

feld unter  $18 \mu\text{T}$  ist. Bei Fibrosarkomzellen ist bei  $1 \mu\text{T}$  die Wachstumsrate um 20–30 % vermindert, bei normalen Fibroblasten um weniger als 10 %, bei Krebszellen auch stärker verändert als bei den normalen Zellen desselben Typs. Radikale verändern die Ionenkanalströme von  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  und  $\text{Ca}^{2+}$ . In Fibrosarkomzellen gibt es Veränderungen im oxidativen Stress und Membranpotenzial in Magnetfeldern von 45 bis 100 und  $200 \mu\text{T}$ . Bei niedrigen Frequenzen können Magnetfelder Anstieg und Abnahme von Wachstumsraten bewirken. Auch HF-Felder verändern die Wachstumsraten, sogar bei einer SAR von  $0,12 \text{ W/kg}$ . Felder von  $1 \text{ mW}$  und SAR  $0,76 \text{ W/kg}$  für 10 Stunden reduzierten bei E. coli die Wachstumsrate um mehr als den Faktor 2, bei Bacillus subtilis sah man kaum eine Veränderung. Zellen, die 8 Stunden  $10\text{-MHz}$ -Magnetfeldern ausgesetzt waren, produzierten 55 % mehr  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Die Ergebnisse zeigen eine biologische Wirkung von Magnetfeldern, erhöhte  $\text{H}_2\text{O}_2$ -Konzentrationen bei Abnahme der Zellwachstumsrate. Diese Wirkungen sind zeitabhängig und verschiedene Zellen können entgegengesetzte Reaktionen zeigen. Dem könnten Wechselwirkungen von HF-Feldern mit sehr feinen Übergängen zwischen Energieniveaus im Zusammenhang mit der Produktion oder Absorption von Radikalen in den Zellen zu Grunde liegen.

Die theoretische Basis und experimentelle Ergebnisse zeigen, dass schwache statische niederfrequente und/oder hochfrequente Magnetfelder die Konzentrationen von Radikalen beeinflussen können und dass schwache Magnetfelder die Wachstumsraten von Zellen verändern können. Es gibt aber auch viele Experimente, bei denen keine Veränderungen zu sehen waren. Dies ist nach Meinung der Autoren auf Feedback- und Reparaturprozesse im Körper zurückzuführen, aber zu starke Erhöhung von ROS und Stickstoffoxiden führt zu unerwünschten biologischen Wirkungen wie Alterung, Krebs und Alzheimer-Krankheit. Die Frage ist, was das alles für Leute bedeutet, die drahtlose Stromleitungssysteme planen. Normale Systeme sind so geplant, dass Sicherheitsstandards für relativ kurzzeitige Exposition berechnet sind, Planer können aber länger den Feldern ausgesetzt sein und mögliche Langzeitauswirkungen haben. Langzeitbefeldung mit magnetischen Feldern kann zum einen zu nützlichen Anwendungen in der Behandlung von Krankheiten und zum anderen zu unerwünschten Gesundheitsbeeinträchtigungen führen, die frequenz-, amplituden- und zeitabhängig sind. Die Autoren schließen: Wir haben erst begonnen, an der Oberfläche zu kratzen, und es gibt eine Menge aufregender Forschung, die getan werden muss, bevor wir die Wege verstehen können, wie geringe Magnetfelder nutzbringend für biologische Systeme eingesetzt werden können.

#### Quelle:

Barnes F, Greenebaum B (2016): RF fields can change radical concentrations and cancer cell growth rates. IEEE Power Electronics Magazine, DOI 10.1109/MPPEL.2015.2508699

#### Gefälschte Fälschungsvorwürfe

## MUW und die REFLEX-Studie

**Prof. Franz Adlkofer hatte die REFLEX-Studie, die von der EU finanziert worden war, Anfang der 2000erjahre koordiniert. Da die Ergebnisse der Medizinischen Universität Wien (MUW) unvorteilhaft für die Mobilfunkindustrie waren, wurde eine Verleumdungskampagne in großem Stil gestartet, die Daten seien gefälscht. Trotz erfolgreicher Prozesse für die Beschuldigten ist die Affäre immer noch nicht beendet.**