

## USA: Studie des National Toxicology Program (NTP) bestätigt Krebsrisiko durch Mobilfunk

Am 27.05.2016 wurden die ersten Teilergebnisse der bisher größten Studie zu nichtionisierender Strahlung und Krebs, finanziert von der Regierung der USA mit 25 Mio Dollar, vorgestellt. Das Ergebnis: Mobilfunkstrahlung kann zu Tumoren führen. Durch die Strahlung wurden zwei Krebsarten (Schwannom, Gliom) und bei einer zusätzlichen Anzahl von Ratten präkanzerogene Zellveränderungen (Hyperplasie von Gliazellen) ausgelöst. Die Studie wurde im National Toxicology Program (NTP) innerhalb des National Institutes of Health der US-Regierung durchgeführt. Das Ergebnis ist so brisant, dass die Wissenschaftler schon vor der Veröffentlichung in einer Fachzeitschrift mit dem geprüften Ergebnis an die Öffentlichkeit gingen. Es erfordere, so die Wissenschaftler, von der US-Regierung eine Aufklärungs- und Vorsorgepolitik. Die American Cancer Society (ACS) spricht von einem Paradigmenwechsel durch die Ergebnisse der NTP-Studie. Für diese Studienrecherche haben wir eine eigene Auswertung der Studie verfasst.

Weitere 11 neue Studien werden besprochen. Die Themen sind: Oxidativer Zellstress und Vitamin C, Auswirkungen der Mobilfunkstrahlung auf die Fruchtbarkeit, die Herzfähigkeit, das Wohlbefinden und die Gedächtnisleistung.

### Oxidativer Zellstress, Grundlage entzündlicher Prozesse

Die Liste der Studien, die oxidativen Zellstress nachweisen, verlängert sich monatlich. 2015 veröffentlichten *Yakymenko et al.* (s. Studienrecherche 2015-3) den Review mit 93 Studien, inzwischen sind es über 100 zu diesem Schädigungsmechanismus. *Abu Khadra et al. 2015* untersuchten den Speichel junger Männer nach Mobilfunk-Telefonaten. Die 1800-MHz-Mobilfunkstrahlung verursachte oxidativen Zellstress, der nachweisbar war an der erhöhten Konzentration von Superoxid-Radikal-Anionen im Speichel der Handynutzer. Das könnte eine DNA-Schädigung zur Folge haben. *Lippi et al. 2016* untersuchten die Wirkungen der 900-MHz-Strahlung von Smartphones auf Leukozyten. Es gab eine signifikante Abnahme der Myeloperoxidase bei allen 16 Proben nach 30 Minuten Bestrahlung und eine signifikante Abnahme der segmentierten neutrophilen Leukozyten (Linksverschiebung zu weniger segmentierten Zellen). Die Myeloperoxidase spielt bei oxidativen Prozessen in den Zellen eine Rolle. *Ragy 2015* weist nach, dass 900-MHz-Strahlung von Mobiltelefonen biochemische und oxidative Schäden, u.a. einen signifikanten Anstieg der Lipidperoxidation, erzeugt, insbesondere Zellstress in Gehirn, Leber und Nieren der Albinoratten.

### Vitamin C und Rotlicht gegen oxidativen Zellstress

Dass die Mobilfunkstrahlung entzündliche Prozesse in den Zellen auslöst, ist durch über 100 Arbeiten nachgewiesen. Studien beschäftigen sich mit Schutzmöglichkeiten und experimentieren mit Vitamin C als Antioxidanz: *Akbari et al. 2014*, *Imge et al. 2010*, *Jelodar et al. 2013*. *Akbari et al.* und *Jelodar et al.* simulierten ein Basisstationen-Antennen-Modell, das mit 900 MHz sendet. *Akbari et al.* stellten fest, dass die Strahlung oxidativen Stress in den Geweben von Gehirn und Kleinhirn hervorruft und Vitamin C die Enzymaktivität der antioxidativen Enzyme erhöht und die Lipidperoxidation verringert. Die Ergebnisse der Arbeitsgruppe von *Jelodar et al.* zeigen, dass die 900-MHz-Strahlung von Basisstationen oxidativen Stress in den Rattenhoden hervorruft. Vitamin C verbesserte die Aktivitäten der antioxidativen Enzyme signifikant und verringerte signifikant die MDA-Konzentration (Marker für oxidativen Stress), die Lipidperoxidation war geringer. Die Studie von *Imge et al.* weist nach, dass 900-MHz-Strahlung im Hirngewebe eine Aktivitätshemmung der Enzyme verursacht, die eine Funktion im Purinstoffwechsel haben. Die Hemmung des Purin-Stoffwechsels kann zu Immunschwäche führen, dadurch können Menschen anfälliger für andere Krankheiten sein. Die Verminderung der Aktivitäten der antioxidativen Enzyme im Hirngewebe könnte andere Erkrankungen begünstigen, wie Krebs und Gefäßkrankheiten. Vitamin C steigerte Aktivitäten der antioxidativen Enzyme.

## STUDIEN RECHERCHE

2016 - 2

### Diagnose-Funk e.V.

Umwelt – und  
Verbraucherorganisation  
zum Schutz vor  
elektromagnetischer Strahlung e.V.

Postfach 15 04 48  
70076 Stuttgart

[www.diagnose-funk.org](http://www.diagnose-funk.org)  
[www.mobilfunkstudien.org](http://www.mobilfunkstudien.org)  
[kontakt@diagnose-funk.org](mailto:kontakt@diagnose-funk.org)

### Ihr Ansprechpartner

Ressort Wissenschaft

Peter Hensinger

[peter.hensinger@diagnose-funk.de](mailto:peter.hensinger@diagnose-funk.de)

**Diagnose-Funk e.V.** ist eine Umwelt- und Verbraucherorganisation, die sich für den Schutz vor elektromagnetischen Feldern und Strahlung einsetzt. Das Ziel von diagnose:funk ist es, über die gesundheits- und umweltschädigenden Wirkungen elektromagnetischer Felder verschiedenster Quellen unabhängig von Industrie und Politik aufzuklären, dadurch Verhaltensweisen von Verbrauchern und Politik zu ändern und Lösungen für zukunftsfähige und umweltverträgliche Technologien durchzusetzen.

*Tsybulin et al. 2015* untersuchten, wie Rotlicht von LEDs sich auf den oxidativen Zellstress im Embryozellen von Wachteln auswirkt. Die antioxidativen Enzyme SOD und Katalase werden durch 900 MHz in ihrer Aktivität gehemmt, das monochromatische Rotlicht kann die Aktivität wieder steigern. Das Rotlicht hat möglicherweise ähnliche Wirkungen wie die klassischen Antioxidantien. Diese Studie könnte Auswirkungen auf das Design der VLC - Technologie, die über LEDs sendet und empfängt, haben.

## Risiken für die Fruchtbarkeit

Diagnose:funk hat einen Brennpunkt mit 130 Studien zu Risiken für die Fertilität vorgelegt. Zwei Studien werden in dieser Recherche rezensiert. *Jelador et al. (s.o.)* zeigen, dass die 900-MHz-Strahlung von Basisstationen oxidativen Stress in den Rattenhoden hervorruft. *Bakacak et al. 2015* bestrahlten weibliche Ratten mit 900 MHz. Die Anzahl der Follikel in der bestrahlten Gruppe war signifikant geringer als bei den Kontrolltieren (Kontrolle 150, bestrahlte 70), auch das Gewicht der Eierstöcke war geringer.

## Auswirkungen auf Herzfunktionen

In der Fall-Kontroll-Studie von *Ekici et al. 2016* sollte untersucht werden, welchen Einfluss Mobilfunkstrahlung auf die Herzrhythmickeit, insbesondere die Herzratenvariabilität (HRV), von gesunden Personen hat. Es wurde gezeigt, dass die Dauer der Mobiltelefonnutzung das autonome Gleichgewicht für die Herzratenvariabilität in den gesunden Personen verschieben könnte. Während der Gespräche ist das Gerät nah am Kopf, dadurch kann das autonome Nervensystem verändert werden, das eine Verbindung zur Steuerung der Herzrhythmickeit (Schrittmacher) hat. Die elektromagnetischen Felder der Mobiltelefone könnten bei Langzeitnutzung Veränderungen in der Herzratenvariabilität hervorrufen.

## Auswirkungen auf Schüler und ihre Leistungsfähigkeit

*Mortazavi et al. 2011* untersuchten 469 Schüler auf die Folgen der Mobiltelefon-Nutzung. Es gab einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Gesprächsdauer und der Häufigkeit von einigen Symptomen, darunter Kopf- und Muskelschmerzen, Herzklopfen, Müdigkeit, Tinnitus, Schwindel und Schlafprobleme pro Monat. Auch Probleme mit Aufmerksamkeit, Konzentrationsfähigkeit und Nervosität war bei den Vielnutzern größer als erwartet. *Schoeni et al. 2015* untersuchten, ob sich die häufige Nutzung des Smartphones auf die Gedächtnisleistung auswirkt. Die Auswertung der Gedächtnistests mit den Jugendlichen ergaben nach einem Jahr einen signifikanten Zusammenhang 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.

## Hinweise

Die **Studienrubriken** sind nach Endpunkten angeordnet, nicht nach Frequenzen.

**Fachbegriffe** können im Glossar des EMF-Portals - [www.emf-portal.de](http://www.emf-portal.de) - nachgeschlagen werden.

**Tierversuche:** Wie besprechen in der Studienrecherche die objektiven Ergebnisse von Studien, die oft an Tieren durchgeführt werden und deshalb ethisch in Frage gestellt werden müssen.

## Ermöglichen Sie mit Ihrer Spende weitere Ausgaben der Studienrecherchen:

Seit Januar 2015 geben wir vierteljährlich die Studienrecherchen heraus. Dafür bekamen wir von vielen Seiten, von Ärzten, Wissenschaftlern, Umweltverbänden und Einzelpersonen viel Lob. Das motiviert uns, sichert aber die weitere Herausgabe nicht ab. Die Erstellung einer Ausgabe kostet uns ca. 1500 Euro (Rezensionshonorare für die beteiligten Wissenschaftler, Satz-kosten).

Sie können die Recherche kostenlos downloaden. Sie können einen Beitrag dazu leisten, damit die Studienlage weiter recherchiert und veröffentlicht werden kann, mit Ihrer Spende. Ob 10, 30, 50 oder 100 Euro, jeder Betrag hilft dabei:

Empfänger: Diagnose-Funk e.V.

Konto: 7027763800

BLZ: 430 609 67 GLS Bank

IBAN: DE39 4306 0967 7027 7638 00

BIC: GENODEM1GLS

Verwendungszweck: SPENDE, "Ihr Vor- und Nachname", "Ihre Adresse"

(Bitte geben Sie uns im Verwendungszweck Ihren Vor- und Nachname und Adresse bekannt, damit wir die Spende zuordnen können und Ihnen dafür im kommenden Jahr eine Spendenbescheinigung ausstellen können)

# Inhalt

## US - Krebsstudie

Seite 5

**Ergebnisse aus dem Nationalen Toxikologie-Programm der Krebsstudien durch Mobilfunkstrahlung bei Sprague Dawley-Ratten (Ganzkörperbestrahlung).** 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). Von: 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

## Oxidativer Zellstress

Seite 6

**Bewertung ausgewählter biochemischer Parameter im Speichel junger Männer, die Mobiltelefone benutzen.** Evaluation of selected biochemical parameters in the saliva of young males using mobile phones. Von: Abu Khadra KM, Khalil AM, Abu Samak M, Aljaber A. Erschienen in: Electromagn Biol Med 2015; 34 (1): 72–76

**30-minütige Exposition bei einem Smartphone-Anruf fördert die Neutrophilen-Aktivierung in vitro.** Thirty-minutes' exposure to smartphone call triggers neutrophil activation in vitro. Von: Lippi G, Danese E, Brocco G, Benati M, Salvagno GL, Montagnana M, Franchini M; Erschienen in: Clin Chem Lab Med 2016; DOI: 10.1515/cclm-2015-1242

**Wirkung der Exposition und Abschaltung von elektromagnetischen Wellen (900 MHz) auf den oxidativen Stress von Gehirn, Niere und Leber und verschiedene biochemische Parameter bei männlichen Ratten.** Effect of exposure and withdrawal of 900-MHz electromagnetic waves on brain, kidney and liver oxidative stress and some biochemical parameters in male rats. Von: Ragy MM; Erschienen in: Electromagn Biol Med 2015; 34 (4): 279–284

## Oxidativer Stress, Vitamin C und Rotlicht

Seite 8

**Vitamin C schützt das Kleinhirn und das Gehirn von Ratten vor oxidativem Stress nach Hochfrequenzexposition, erzeugt durch ein Basisstations-Antennen-Modell.** Vitamin C protects rat cerebellum and encephalon from oxidative stress following exposure to radiofrequency wave generated by a BTS antenna model. Von: Akbari A, Jelodar G, Nazifi S; Erschienen in: Toxicol Mech Methods 2014; 24 (5): 347–352

**Wirkung von Mobiltelefon-Nutzung auf das Hirn-Gewebe von Ratten und die mögliche Schutzfunktion von Vitamin C – eine Vorstudie.** Effects of mobile phone use on brain tissue from the rat and a possible protective role of vitamin C – a preliminary study. Von: Imge EB, Kilicoglu B, Devrim E, Cetin R, Durak I. Erschienen in: Int J Radiat Biol 2010; 86 (12): 1044–1049

**Die vorbeugende Wirkung von Vitamin C auf induzierten oxidativen Stress in Ratten-Hoden nach Bestrahlung mit 900 MHz eines Basisstation-Antennen-Modells.** The prophylactic effect of vitamin C on induced oxidative stress in rat testis following exposure to 900 MHz radio frequency wave generated by a BTS antenna model. Von: Jelodar G, Nazifi S, Akbari A; Erschienen in: Electromagn Biol Med 2013; 32 (3): 409–416

**Monochromatisches Rotlicht schützt Embryonalzellen vor oxidativem Stress durch Mikrowellen.** Monochromatic red light of LED protects embryonic cells from oxidative stress caused by radiofrequency radiation. Von: Tsybulin O, Sidorik E, Kyrylenko S, Yakylenko I; Erschienen in: Oxidants and Antioxidants in Medical Science 2016, DOI: 10.5455/oams.010216.or.092

## Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit

Seite 11

**Die Wirkungen von elektromagnetischen Feldern auf die Anzahl der Eierstock-Primordialfollikel: eine experimentelle Studie.** The effects of electromagnetic fields on the number of ovarian primordial follicles: An experimental study. Von: Bakacak M, Bostanci MS, Attar R, Yildirim OK, Yildirim G, Bakacak Z, Sayar H, Han A; Erschienen in: Kaohsiung J Med Sci 2015; 31 (6): 287–292

## Auswirkungen auf Herzfunktionen

Seite 11

**Die Wirkungen der Dauer der Mobiltelefon-Nutzung auf Parameter der Herzfrequenzvariabilität bei gesunden Probanden.** The effects of the duration of mobile phone use on heart rate variability parameters in healthy subjects. Von: Ekici B, Tanindi A, Ekici G, Diker E; Erschienen in: Anatol J Cardiol 2016; DOI:10.14744/AnatolJCardiol.2016.6717

## Leistungsfähigkeit und Kognition bei Schülern

Seite 12

**Mobiltelefon-Nutzung und Prävalenz von selbst-berichteten Symptomen bei Schülern von Grundschulen und weiterführenden Schulen in Shiraz, Iran.** The pattern of mobile phone use and prevalence of self-reported symptoms in elementary and junior high school students in Shiraz, Iran. Von: Mortazavi SM, Atefi M, Kholghi F; Erschienen in: Iran J Med Sci 2011; 36 (2): 96–103

**Gedächtnis-Leistung nach Einwirkung elektromagnetischer 900-MHz-Felder: eine prospektive Kohortenstudie mit Jugendlichen.** Memory performance, wireless communication and exposure to radiofrequency electromagnetic fields: A prospective cohort study in adolescents. Von: Schoeni A, Roser K, Rössli M; Erschienen in: Environ Int 2015; 85: 343–351

## Studienbesprechungen im ElektromogReport April - Juni 2016

Seite 14

## Impressum

Seite 1

Vortrag am Institut für transkulturelle Gesundheitswissenschaften, Universität Frankfurt / Oder am 17.03.2016

## Homo politicus-Homo oeconomicus-Homo algorithmicus: BigData und der Wandel der Erziehung zur Konditionierung für den neoliberalen Wachstumswahn

Peter Hensinger

**Zusammenfassung:** Die pädagogische und psychologische Literatur setzt sich zunehmend mit den Folgen der Sozialisierung der jungen Generation in Kitas, an Schulen und Hochschulen durch Smartphones, Tablet-PCs, Internet und digitale Lernprogramme auseinander. Noch nie hat eine neue Technik so fundamental Lernmethoden, aber auch psychosoziale und demokratische Strukturen verändert. Daten sind das Gold des 21. Jahrhunderts. Die Industrie fordert das Recht auf die 360-Grad-Kundenanalyse, bereits bei Kindern. Der gläserne Konsument, erschaffen durch Big Data, ist eine Bedingung für das Anheizen des konsumorientierten Wachstums. Das Data-Mining boomt, die mobilen Schürfwerkzeuge sind Smartphones und Tablets. Der Hype der digitalen Medien verdeckt ihre Risiken. Die smarte Überwachung und die Aufhebung der Privatsphäre werden sich im Unterbewusstsein festsetzen und zum Konformismus führen. Die kritische Literatur weist auf die Folgen der zu frühen Nutzung digitaler Medien für die gesunde Entwicklung der Kinder hin. Bereits messbare Folgen sind Störungen der Gehirnentwicklung, Suchtgefahr, Realitätsverlust, Verlust der Selbstkontrolle und Burn-Out. Die gegenwärtige digitale Bildungsreform ist Bestandteil neoliberaler Ökonomisierung mit dem Ziel, alle gesellschaftlichen Bereiche marktkonformen Kriterien zu unterwerfen. Das Humboldtsche Bildungsideal einer ganzheitlichen Ausbildung soll ersetzt werden durch den Homo oeconomicus, der Konditionierung der Auszubildenden den zum verwertbaren Humankapital für

eine Produktion, in der der Mensch im Roboter-Maschine-Mensch-System als gesteuertes Anhängsel funktionieren soll. Die Ersetzung zwischenmenschlicher Beziehungen und des personalen Bezugs von Lehrenden und Lernenden an Kitas, Schulen und Hochschulen durch Smartphones, TabletPCs und Algorithmus - gesteuerter Lernprogramme ist Dressur, verhindert Bildung. Think Tanks entwickeln bereits Methoden der Konditionierung zum Homo algorithmicus, dem planbaren Untertan des 21. Jahrhunderts. Dies ist eine antidemokratische und antizivilisatorische Entwicklung und führt zu einer Pathologisierung der Gesellschaft. Gegen eine Bildungsreform auf der Grundlage neoliberaler Ideologie und behavioristischer Konditionierung müssen die Bildungsinstitutionen eine Erziehung entwickeln, die statt in die von der Industrie geplante Abhängigkeit den Weg zur Mündigkeit ebnet.

**Download:** <https://www.diagnose-funk.org/publikationen/artikel/detail&newsid=1055> oder <http://tinyurl.com/h4btbud>



## Ergebnisse aus dem Nationalen Toxikologie-Programm der Krebsstudien durch Mobilfunkstrahlung bei Sprague Dawley-Ratten (Ganzkörperbestrahlung)

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)

Von: 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; Erschienen in: doi: <http://dx.doi.org/10.1101/055699>, Entwurf vom 16.03./19.05.2016, first preprint posted = vorab online veröffentlicht am 26.05.2016

Dieser Bericht zeigt Teilergebnisse aus dem umfangreichen Nationalen Toxikologie-Programm der USA. Darin wurden Nagetiere auf toxikologisches und Krebs erregendes Potenzial der Strahlung von Geräten der US-Telekommunikationsindustrie untersucht. Beschrieben wird hier die Häufigkeit des Auftretens von zwei Tumorarten, bösartige Gliome im Gehirn und Schwannome im Herzen nach Ganzkörperbestrahlung. Untersucht wurden männliche und weibliche Ratten nur eines Ratten-Stammes (Hsd:Sprague Dawley® SD® (HSD) rats). Die Experimente und Ergebnisse wurden von Mitarbeitern des NTP und des National Institutes of Health (NIH) überprüft. Bedenkt man die weit verbreitete Nutzung der Mobilfunkkommunikation von Menschen allen Alters, kann sogar ein kleiner Anstieg von Erkrankungen durch Strahlung (Inzidenz) eine bedeutende Auswirkung auf die öffentliche Gesundheit haben. Es gibt ein großes Interesse in der Öffentlichkeit und in den Medien zur Sicherheit von Mobilfunkstrahlung und deshalb an den Ergebnissen dieser NTP-Studien.

Die hier beobachteten Tumoren in Gehirn und Herz in den männlichen Ratten durch Strahlung von Mobilfunkgeräten der GSM- und CDMA-Standards (Global System for Mobile Communications bzw. Code Division Multiple Access) sind ähnlich den Tumoren, die auch in einigen epidemiologischen Mobilfunk-Studien gefunden worden sind. Diese Ergebnisse unterstützen die Einstufung der IARC, nach der Mobilfunkstrahlung möglicherweise Krebs erregend ist.

Dieser Bericht gibt nur die Ergebnisse von Gliomen und Schwannomen in Gehirn und Herz von Ratten wieder. Gliome sind aggressive, wenig differenzierte maligne Tumoren, Schwannome (Neurinome) sind gutartige Tumoren von peripheren Nerven. Gliazellen sind spezialisierte, nicht-neuronale Stütz- und Versorgungszellen, deren Funktionen u. a. Aufrechterhaltung der Homöostase, Myelinbildung, Nährstoffversorgung und Schutz der Nervenzellen im Gehirn und im peripheren Nervensystem ist. Schwann'sche Zellen produzieren Myelin, das zur Isolierung von Nervenfasern benötigt wird.

**Studiendesign und Durchführung:** Diese Studie wurden mit männlichen und weiblichen Ratten durchgeführt. Je 90 Tiere

pro Gruppe (7 Gruppen, davon eine Gruppe Kontrolle, insgesamt 630 Tiere männlich, 630 Tiere weiblich) bekamen die Bestrahlung bereits im Mutterleib und nach der Geburt über ihre gesamte Lebensdauer, bis zu 106 Wochen. Die Ratten wurden mit 900 MHz entweder nach GSM- oder CDMA-Modulation bestrahlt, wobei die Geräte 9 Stunden/Tag 7 Tage/Woche für 10 Minuten ein- (bestrahlt) und 10 Minuten ausgeschaltet (nicht bestrahlt) wurden. Die Bestrahlung wird als Ganzkörper-SAR angegeben, die SAR betrug 0, 1,5, 3 oder 6 W/kg. Es gab eine einzige unbestrahlte Kontrollgruppe für die männlichen und weiblichen Tiere.

**Ergebnisse:** Bei den bestrahlten trächtigen Ratten (den Müttern) gab es keine Unterschiede in Prozentsatz der Nachkommen, Wurfgröße oder Geschlechtsverteilung. Das Gewicht der neugeborenen Tiere war in den GSM- und CDMA-bestrahlten Gruppen bis zu 7 % geringer als bei den Kontrollen, in der Laktationsphase bei 6 W/kg war es bei GSM 8 % und CDMA 15 % geringer bei männlichen und weiblichen Tieren. Am Ende der 2-jährigen Studie war das Gewicht angeglichen und die Überlebensrate in der Kontrollgruppe der weiblichen Tiere etwas geringer als in den Gruppen mit 1,5 bzw. 6 W/kg GSM-Modulation. Bei der CDMA-Modulation war das Überleben höher in allen exponierten männlichen Gruppen und in der 6-W/kg-Gruppe der weiblichen Tiere als in den Kontrollgruppen. Auswirkungen auf das Gehirn: In allen Gruppen der männlichen GSM-Ratten fand man im Gehirn eine geringe Inzidenz für maligne Gliome und Gliazell-Hyperplasien; die CDMA-Strahlung erzeugte eine geringe Inzidenz bei 6 W/kg. Gliazell-Hyperplasie war auch bei 1,5 und 6 W/kg CDMA zu sehen. Bei den Kontrollen gab es keine malignen Gliome oder Gliazell-Hyperplasien.

	männliche Tiere	weibliche Tiere
Herz Schwannome	19	6
Hyperplasien	6	3
Hirn Gliome	11	3
Hyperplasien	10	4
<b>Summe</b>	<b>46</b>	<b>16</b>
andere Stellen	11 + 3 Kontrolle	9 + 4 Kontrolle

Bei den weiblichen GSM-Tieren hatte eine Ratte bei 6 W/kg ein malignes Gliom, eine Ratte hatte bei 3 W/kg eine Gliazell-Hyperplasie. Bei CDMA traten in 2 weiblichen Tieren maligne Gliome auf bei 1,5 W/kg. Gliazell-Hyperplasie hatte je ein Tier in allen Bestrahlungsgruppen (1,5, 3 und 6 W/kg). In der Kontrollgruppe traten keine Gliome und Gliazell-Hyperplasien auf. Auswirkungen auf das Herz: Schwannome des Herzens wurden bei männlichen Ratten in allen bestrahlten Gruppen und bei beiden Modulationen (GSM, CDMA) gefunden (signifikant positiver Trend der Inzidenz bezogen auf die SAR), die Kontrolltiere hatten keine Tumoren. Bei CDMA war die Inzidenz der Schwannome bei 6 W/kg signifikant höher als bei den Kontrollen. Bei GSM war die Erhöhung nicht-signifikant.

Schwanzzellen-Hyperplasie wurde bei 3 Tieren der 6-W/kg-Gruppe bei CDMA gesehen und bei einem GSM-Tier bei 1,5 W/kg. Bei den weiblichen Tieren bei 3 W/kg GSM und 1,5 bzw. 6 W/kg für CDMA. Schwanzzell-Hyperplasie wurde beobachtet bei je einem Tier bei 1,5, 3 und 6 W/kg.

**Schlussfolgerungen:** 46 Hirn- und Herz-Tumore traten insgesamt bei 540 männlichen Tieren auf. Die beiden in diesem Bericht untersuchten Tumortypen nach 2 Jahren Bestrahlung, maligne Gliome des Gehirns und gutartige Schwannome des Herzens, zeigten, dass in Herz und Gehirn der männlichen Ratten die Tumoren wahrscheinlich das Ergebnis der Ganzkörper-Bestrahlung mit GSM- oder CDMA-modulierten Mikrowellen sind. Es scheint einen stärkeren Zusammenhang zwischen Mobilfunkstrahlung und neoplastischen Veränderungen im Herzen als im Gehirn zu geben. Keine biologisch signifikanten Wirkungen wurden in Gehirn und Herz von weiblichen Ratten beobachtet, ungeachtet der Modulation.

**Anmerkung:** Auf der Homepage [www.diagnose-funk.org](http://www.diagnose-funk.org) finden Sie übersetzte Stellungnahmen wissenschaftlicher Institutionen, Behörden und Interviews zur NTP-Studie.

## Oxidativer Zellstress

### Bewertung ausgewählter biochemischer Parameter im Speichel junger Männer, die Mobiltelefone benutzen.

Evaluation of selected biochemical parameters in the saliva of young males using mobile phones.

Von: Abu Khadra KM, Khalil AM, Abu Samak M, Aljaberi A  
Erschienen in: *Electromagn Biol Med* 2015; 34 (1): 72–76

Einige Studien haben ein erhöhtes Risiko für Hirntumore durch Mobilfunkstrahlung gefunden. Außer dem Gehirn ist auch die Ohrspeicheldrüse erhöhter Strahlung ausgesetzt, da sie in dem Bereich liegt, an dem das Mobiltelefon während des Telefonierens gehalten wird. Es besteht der Verdacht, dass bei steigender Nutzerzahl auch das Risiko für Tumore der Ohrspeicheldrüse steigt. Der vielfach nachgewiesene oxidative Stress durch ROS-Bildung unter Mikrowellenbestrahlung kann Ursache für DNA- und Zellschädigung sein und zeigt biologische Wirkungen auch bei geringer Feldstärke an. Speichel kann gut zu Diagnosen, in der Toxikologie und in der forensischen Wissenschaft verwendet werden, man kann viele antioxidative Biomarker vorfinden wie SOD, Cytochrom c, Albumin, Harnsäure, 8-hydroxy-2'-Deoxyguanosine (8-oxodG), 4-Hydroxyalkenale, MDA, Glutathionperoxidase (GTH-Px), Katalase (CAT), Ascorbinsäure und Glutathion. Es gibt bisher nur wenig Forschung zur Wirkung von Mobilfunkstrahlung auf die Speichelbestandteile, aber kürzlich fand man signifikanten Anstieg von oxidativem Stress im Speichel von Mobilfunknutzern und Abnahme von Speichelfluss, Gesamtprotein, Albumin und der Amylaseaktivität. Diese Studie ist eine Folgestudie zu einer früheren Studie: Sie sollte die Konzentrationen der gewählten

biochemischen Marker Albumin, Cytochrome c, SOD und Harnsäure im Speichel von jungen Männern in Jordanien unter kurzzeitiger Mobilfunkbestrahlung bestimmen.

**Studiendesign und Durchführung:** 12 jungen gesunden Männern, durchschnittlich 22 Jahre alt, wurde Speichel entnommen, vor und nach einem 15- bzw. 30-minütigen Gespräch mit einem 1800-MHz-Mobiltelefon. Die SAR betrug 1,09 W/kg. Keiner der Teilnehmer benutzte eine Mikrowelle oder wohnte in der Nähe einer Mobilfunkbasisstation. Speichelproben wurden vor und sofort nach dem 15- bzw. 30-minütigen Handygespräch untersucht. Im Speichel wurden jeweils die Aktivitäten von Superoxid-Dismutase (SOD), Cytochrom C und Katalase bestimmt und die Konzentrationen von Albumin und Harnsäure gemessen.

**Ergebnisse:** Außer für SOD gab es keine signifikanten Unterschiede in den Konzentrationen im Speichel (Albumin, Cytochrom c und Harnsäure) in derselben Person vor dem Gespräch, jedoch verursachte die Mobilfunkstrahlung eine signifikant erhöhte Aktivität der SOD nach 15 Minuten, danach fiel die Aktivität geringfügig ab. Die anderen Parameter zeigten keine signifikanten Veränderungen.

**Schlussfolgerungen:** Man kann annehmen, dass die 1800-MHz-Mobilfunkstrahlung oxidativen Stress auf die menschlichen Zellen ausübt, der nachweisbar war an der erhöhten Konzentration von Superoxid-Radikal-Anionen im Speichel der Handynutzer. Das könnte DNA-Schädigung zur Folge haben. SOD ist ein spezifisches antioxidatives Enzym, durch das Sauerstoffradikale zu  $H_2O_2$  werden.  $H_2O_2$  wird anschließend durch andere Enzyme abgefangen. Dadurch werden die Zellen vor der Giftigkeit der Superoxid-Radikale geschützt. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass der Anstieg der SOD-Aktivität in menschlichem Speichel anzeigt, dass die Mobilfunkstrahlung die Konzentrationen an ROS im Speichel erhöht. Dies ist eine Pilotstudie mit männlichen Freiwilligen, weitere Studien mit mehr Personen und Frauen sollten folgen, wobei sozio-ökonomische Faktoren und Untersuchungen an anderen Geweben im Körper einbezogen werden sollten.

### 30-minütige Exposition bei einem Smartphone - Anruf fördert die Neutrophilen-Aktivierung in vitro.

Thirty-minutes' exposure to smartphone call triggers neutrophil activation in vitro.

Von: Lippi G, Danese E, Brocco G, Benati M, Salvagno GL, Montagnana M, Franchini M; Erschienen in: *Clin Chem Lab Med* 2016; DOI: 10.1515/cclm-2015-1242

Es ist wenig bekannt, welche mögliche Wirkung elektromagnetische Felder von Mobilfunktelefonen auf Leukozyten hat. Die WHO hat die Mobilfunkstrahlung als möglicherweise Krebs erregend eingestuft, es können aber auch außer Erwärmung der Haut systemische Wirkungen auf zellulärer und molekularer Ebene in den Geweben auftreten. Über die Wirkungen der 900-MHz-Strahlung von Smartphones auf Leuko-

zyten ist wenig bekannt. Diese Studie wurde durchgeführt um herauszufinden, welchen Einfluss Mobilfunkstrahlung eines handelsüblichen Smartphones auf Struktur und Funktion der segmentierten neutrophilen weißen Blutkörperchen (Leukozyten) hat.

**Studiendesign und Durchführung:** Von 16 gesunden Freiwilligen aus der Laborbelegschaft (durchschnittliches Alter  $45 \pm 11$  Jahre, 13 Frauen und 3 Männer) wurden mehrere Blutproben (Vollblut und Serum) genommen. Die Hälfte der Vollblut-Röhrchen kamen in einen Ständer, vor dessen Mitte ein normales 900-MHz-Smartphone 1 cm entfernt horizontal aufgestellt war (1570 mAh von einer fest eingebauten Lithium-Batterie), die anderen Röhrchen bildeten die unbestrahlten Kontrollen. Das Gerät war auf Sprechen gestellt, die Blutproben waren einem 30-Minuten-„Gespräch“ ausgesetzt. Die Wi-Fi-Funktion war ausgeschaltet. Nach der Bestrahlung blieben die Röhrchen 60 Minuten stehen, anschließend wurden die Blutzellen gezählt innerhalb von 2 Stunden nach Entnahme der Blutprobe. Danach erfolgte die Bestimmung von Anzahl der Leukozyten, deren durchschnittliches Volumen und Funktion, Differentialblutbild, Zellgröße, Myeloperoxidasefärbung (MPO) und Kernsegmentierung.

**Ergebnisse:** Das 30-Minuten-„Gespräch“ hatte bei den Vollblut-Proben keinen signifikanten Einfluss auf die gesamte Zahl der Leukozyten und die verschiedenen Leukozyten-Untergruppen. Dagegen gab es eine signifikante Abnahme der Myeloperoxidase (die Myeloperoxidase spielt bei oxidativen Prozessen in den Zellen eine Rolle, die Red.) bei allen 16 Proben nach 30 Minuten Bestrahlung und eine signifikante Abnahme der segmentierten neutrophilen Leukozyten (Linksverschiebung zu weniger segmentierten Zellen). Dieses Phänomen ist häufig bei Patienten mit Septikämie, Entzündungen und proentzündliche Mediatoren oder Ausschüttung von unreifen Zellen aus dem Knochenmark, ausgelöst durch Lipopolysaccharide (diese kommen in der Membran von Gram-negativen Bakterien vor, die Red.).

**Schlussfolgerungen:** Die untersuchten Parameter zeigen nach Ansicht der Autoren überzeugend, dass die Smartphone-Strahlung die Aktivierung der neutrophilen Leukozyten auslöst, sichtbar an der signifikanten Abnahme des MPO-Gehaltes und Abnahme der segmentierten Neutrophilen nach Bestrahlung mit 900-MHz-Smartphone-Strahlung im Vergleich zu den unbestrahlten Kontrollen. Übermäßiger Smartphone-Gebrauch könnte schädlich sein, und man sollte Blutprodukte, die Leukozyten enthalten, während der Herstellung und Lagerung vor Smartphonestrahlung schützen.

#### Literatur zu Oxidativem Stress:

WARNKE/HENSINGER (2013): Steigende „Burn-out“- Inzidenz durch technisch erzeugte magnetische und elektromagnetische Felder des Mobil- und Kommunikationsfunks; umwelt-medizin-gesellschaft 26, 1/2013

<https://www.diagnose-funk.org/publikationen/dokumente-downloads/fachpublikationen> oder <http://tinyurl.com/jcctlz4>

HECHT (2015): Ist die Unterteilung in ionisierende und nichtionisierende Strahlung noch aktuell? EMF-Strahlung kann O<sub>2</sub>- und NO-Radikale im Überschuss im menschlichen Körper generieren. <https://www.diagnose-funk.org/publikationen/artikel/detail&newsid=995> Oder <http://tinyurl.com/zxrnlag>

## Wirkung der Exposition und Abschaltung von elektromagnetischen Wellen (900 MHz) auf den oxidativen Stress von Gehirn, Niere und Leber und verschiedene biochemische Parameter bei männlichen Ratten.

Effect of exposure and withdrawal of 900-MHz electromagnetic waves on brain, kidney and liver oxidative stress and some biochemical parameters in male rats.

Von: Ragy MM; Erschienen in: Electromagn Biol Med 2015; 34 (4): 279–284

Mobiltelefone und deren Basisstationen erzeugen elektromagnetische Strahlung von 900–2000 MHz, die aus einem elektrischen und einem magnetischen Anteil bestehen. Der elektrische Anteil wird von einem Spannungsgradienten erzeugt, der magnetische Anteil durch den Stromfluss und ist proportional zu dem aktuell fließenden Strom, der vom Verbraucher abgerufen wird. Beide Anteile haben biologische Wirkungen, dabei ist der magnetische Anteil stärker schädigend, weil er leichter das Gewebe durchdringt. Bei hochfrequenten Feldern sind elektrische und magnetische Anteile nicht getrennt und werden deshalb elektromagnetische Felder genannt. Sie können in vielen Organen absorbiert werden und gesundheitsschädliche Wirkungen haben, z. B. auf Leber und Nieren je nach dem, wo die Mobiltelefone getragen werden, das Nervensystem wird beeinflusst, wenn telefoniert wird, weil die Strahlung nah am Gehirn ausgesendet wird. Das Potenzial der Zellmembranen und die Verteilung der Ionen und Dipole können verändert werden, dies an allen Organen, wodurch biochemische Prozesse in den Zellen verändert werden. Z. B. wird der Calcium(Ca<sup>2+</sup>)-Ionenfluss durch die Membranen verändert, weil sich die Durchlässigkeit der Membranen ändert, was Auswirkungen auf intrazelluläre Signalketten hat. Diese Studie sollte die Wirkung von 900 MHz auf Gehirn, Leber und Nieren untersuchen, zum einen direkt nach Ende der Bestrahlung (Gruppe 2), zum anderen 30 Tage nach Beendigung der Bestrahlung (Gruppe 3, Rückzugsgruppe). Der Fokus lag auf dem oxidativen Status, Leber- und Nierenfunktionen und den Stresshormonen in den männlichen Albino-Ratten.

**Studiendesign und Durchführung:** 30 erwachsene männliche Ratten (16–18 Wochen alt) wurden in 3 Gruppen eingeteilt: 1. Kontrolle, 2. 900-MHz-Bestrahlung 1 Stunde täglich 60 Tage lang, 3. Rückzugs-Gruppe = Bestrahlung 1 Stunde täglich 60 Tage lang, dann 30 Tage ohne Bestrahlung im Käfig. Die Bestrahlung erfolgte mit einem Generator, Intensität 2,5 mW/cm<sup>2</sup>. Nach 60 bzw. 90 Tagen wurden Blutproben entnommen und im Serum die Leber-Transaminasen Alanintransaminase (ALT) und Aspartataminotransferase (AST), Corticosteron und die Catecholamine Epinephrin und Norepinephrin, dazu Harnstoff und Kreatinin gemessen. Im Überstand des Homogenats von Gehirn, Leber und Nieren wurden MDA und die gesamte antioxidative Kapazität (TAC total antioxidant capacity) bestimmt.

**Ergebnisse:** Bei allen gemessenen Parametern außer bei den Catecholaminen waren die Werte in der bestrahlten Gruppe 2

signifikant erhöht gegenüber der Kontrollgruppe 1, bei der Gruppe 3 wurden nach den 30 Tagen ohne 900-MHz-Strahlung fast die Werte der Kontrollgruppen erreicht, d. h. man konnte signifikante Rückbildung, Erholung sehen. Die 900-MHz-Strahlung erzeugte signifikanten Anstieg der Lipidperoxidation. Nach 90 Tagen (Gruppe 3) blieb sie nicht-signifikant höher als bei der Kontrollgruppe. Die antioxidative Kapazität (TAC) in den 3 Organen war signifikant geringer, Gruppe 3 blieb nicht-signifikant niedriger als die Kontrolle. Die Strahlung steigerte die MDA-Konzentration um 82,9 % im Hirngewebe, in Leber und Nieren um 39 bzw. 35,6 %, TAC wurde durch die Strahlung um 81 %, 33,5 % und 28 % verringert. Die Leberenzyme ALT und AST, die Nierenwerte Harnstoff und Kreatinin waren signifikant erhöht gegenüber der Kontrolle und der Gruppe 3. Das Stresshormon Corticosteron war im Serum signifikant erhöht (86,7 zu 112,3 und 87,42 µg/ml), während die Catecholamine Epinephrin (22 zu 24,4 und 21,3 ng/ml) und Norepinephrin (33 zu 37,3 und 32,1 ng/ml) nicht-signifikant höher waren gegenüber den Gruppen 1 und 3.

In dieser Studie reagierte Hirngewebe empfindlicher auf die 900-MHz-Strahlung als Leber und Nieren. Dafür kann es mehrere Gründe geben. Erstens wird das Telefon am Kopf nah am Gehirn betrieben, zweitens sind im Gehirn mehr Eisenpartikel (Magnetit) als in anderen Organen, dadurch können mehr freie Radikale in den Zellen entstehen, und drittens können stark stoffwechselaktive Zellen empfänglicher für Strahlung sein, weil sie mehr H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> als Treibstoff für die Reaktionen in den Mitochondrien bilden. Die signifikant erhöhten Werte für AST, ALT, Harnstoff und Kreatinin im Serum zeigen, dass die Leber- und Nierenfunktionen beeinträchtigt werden.

**Schlussfolgerungen:** 900-MHz-Strahlung von Mobiltelefonen könnten einige biochemische und oxidative Schäden erzeugen, d. h. Stress in Gehirn, Leber und Nieren der Albino-Ratten. Diese Beeinträchtigungen werden zurückgebildet, wenn keine Felder mehr einwirken (Erholung von der Bestrahlung). Das Gehirn ist oxidativ stärker gefährdet als Leber und Nieren. Da ohne Feldeinwirkung weitgehende Erholung bis fast zum normalen Status eintritt wird empfohlen, das Mobiltelefon nicht über längere Zeit zu nutzen, damit schädliche Veränderungen korrigiert werden können.

## Oxidativer Stress, Vitamin C und Rotlicht

### Vitamin C schützt das Kleinhirn und das Gehirn von Ratten vor oxidativem Stress nach Hochfrequenzexposition, erzeugt durch ein Basisstations-Antennen-Modell.

Vitamin C protects rat cerebellum and encephalon from oxidative stress following exposure to radiofrequency wave generated by a BTS antenna model.

Von: Akbari A, Jelodar G, Nazifi S; Erschienen in: Toxicol Mech Methods 2014; 24 (5): 347–352

Experimente im Jahr 1996 hatten gezeigt, dass nicht-thermische Mikrowellen die DNA und Hitzeschockproteine (HSP) verändern und die Durchlässigkeit der Blut-Hirn-Schranke erhöhen können. Veränderungen an Herz, Hirn, Augen, Hoden, Leber, Nieren, Spermien und dem endokrinen System, Blutzellparametern, Knochenmark sowie Störungen der Hirnfunktionen werden seit Jahrzehnten diskutiert. Die Strahlung von Mobiltelefonen und Basisstationen können möglicherweise schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben. Viele Studien haben einen Anstieg von ROS gefunden, die mit neurodegenerativen Erkrankungen wie Alzheimer, Parkinson und ALS assoziiert werden. Ascorbinsäure (Vitamin C) ist ein starkes Antioxidans, das außerhalb und innerhalb der Zelle wirkt und schützende Wirkung gegen mehrere Krankheiten hat. Innerhalb von Zellen sind höhere Konzentrationen Vitamin C nötig, um die Funktion als Antioxidans zu erfüllen. Diese Studie sollte herausfinden, ob die 900-MHz-Mikrowellen oxidativen Stress im Kleinhirn und Enzephalon erzeugen und welche Wirkung Vitamin C auf das Gewebe hat.

**Studiendesign und Durchführung:** 32 erwachsene männliche Ratten wurden in 4 Gruppen zu je 8 Tieren eingeteilt (1. scheinbestrahlte Kontrolle, 2. 900-MHz-Bestrahlung, 3. Vitamin C und 4. Bestrahlung + Vitamin C). Die Bestrahlung erfolgte mit einem Generator, 4 Stunden täglich von 9–13 Uhr für 45 Tage. Die Vitamin C-Gabe erfolgte oral mit einer Sonde vor der Bestrahlung; die Konzentration der Ascorbinsäure betrug 200 mg/kg/Tag. Die Gehirne wurden am Ende der Bestrahlungszeit sofort entnommen und die antioxidativen Parameter Glutathion-Peroxidase (GPx), Superoxid-Dismutase (SOD), Katalase (CAT) und Malondialdehyd (MDA, ein Maß für die Lipidperoxidation) bestimmt.

**Ergebnisse:** Die Durchschnittswerte der Aktivitäten der 3 antioxidativen Enzyme GPx, SOD und CAT nahmen unter der Bestrahlung sowohl im Enzephalon als auch im Kleinhirn gegenüber den Kontrolltieren signifikant ab, die Lipidperoxidation nahm signifikant zu. Nach Bestrahlung waren die Enzymaktivitäten signifikant vermindert, am stärksten bei der GPx. Vitamin C allein zeigte keine Unterschiede gegenüber den Kontrollen, während die Werte der Enzymaktivitäten und der Lipidperoxidation durch die Vitamin C-Gabe zusätzlich zur Bestrahlung etwa auf dem Niveau der Kontrollgruppen lagen (Erhöhung der Enzymaktivitäten und Verminderung der Lipidperoxidation). Vitamin C brachte die Enzymaktivitäten und die Lipidperoxidation bei Einwirkung der 900-MHz-Strahlung auf das normale Niveau.

**Schlussfolgerungen:** Die Ergebnisse legen nahe, dass die Strahlung oxidativen Stress in den Geweben von Enzephalon und Kleinhirn hervorruft und dass Vitamin C die Enzymaktivität der antioxidativen Enzyme erhöht und die Lipidperoxidation verringert, d. h. der durch 900 MHz hervorgerufene oxidative Stress wurde durch Vitamin C in der täglichen Dosis von 200 mg/kg kompensiert.

## Wirkung von Mobiltelefon-Nutzung auf das Hirn-Gewebe von Ratten und die mögliche Schutzfunktion von Vitamin C – eine Vorstudie.

Effects of mobile phone use on brain tissue from the rat and a possible protective role of vitamin C – a preliminary study.

Von: Imge EB, Kilicoglu B, Devrim E, Cetin R, Durak I

Erschienen in: Int J Radiat Biol 2010; 86 (12): 1044–1049

Die Wirkung der 900-MHz-Mobilfunkstrahlung kann, abhängig von Frequenz und Feldstärke, gesundheitsschädlich sein. Vor allem ist die Seite des Gehirns betroffen, an der das Mobiltelefon direkt am Kopf gehalten wird. Reaktive Sauerstoff-Moleküle (reactive oxygen species, ROS) können verschiedene Gesundheitsprobleme verursachen, z. B. Entzündungen, Alterung, Krebs, Arteriosklerose, Hochdruck und Diabetes. Zum Schutz vor dieser oxidativen Schädigung haben Zellen antioxidative Enzyme wie SOD, Glutathion-Peroxidase (GSH-Px) und Katalase (CAT) und Antioxidantien wie Vitamin C und E. Die Superoxid-Dismutase (SOD) bewirkt, dass Superoxid-Anionen, die hauptsächlich in den Mitochondrien gebildet werden, in Wasserstoffperoxid ( $H_2O_2$ ) überführt werden.  $H_2O_2$  wird durch das Enzym GSH-Px in Wasser umgewandelt und durch die Katalase in Wasser und molekularen Sauerstoff. Durch das gestörte Gleichgewicht zwischen Antioxidantien und Überproduktion von ROS wird das endogene Antioxidations-Verteidigungssystem wahrscheinlich zerstört. Es werden durch ROS zelluläre Makromoleküle wie Fette (Lipide), Eiweiße (Proteine) Nukleinsäuren (DNA, RNA) geschädigt. Die Xanthinoxidase (XO) ist das letzte Enzym im Purin-Stoffwechsel, welches Hypoxanthin und Xanthin in Harnsäure überführt unter Bildung von  $H_2O_2$ . Der Zweck dieser Experimente war, die Wirkung der 900-MHz-Strahlung auf einige Aspekte des Purin-Stoffwechsels, auf die Enzyme, die freie Radikale abbauen, und auf den oxidativen Status des Gewebes sowie die mögliche schützende Wirkung von Vitamin C zu untersuchen.

**Studiendesign und Durchführung:** 40 weibliche Ratten, 6 Wochen alt, wurden in 4 Gruppen zu je 10 Tieren eingeteilt (Scheinbestrahlung, 900-MHz-Strahlung eines Mobiltelefons, orale Vitamin C-Gabe allein und Bestrahlung + Vitamin C). Die Bestrahlung erfolgte über 4 Wochen. Der SAR-Wert betrug 0,95 W/kg, die Vitamin C-Gabe 250 mg/kg/Tag oral. Das Mobiltelefon befand sich etwa 10 cm oberhalb der Ratten, es war im Stand-by-Modus, 4-mal pro Tag wurde es aufgerufen für je 10 Minuten gestellt. Die beiden Gruppen Kontrolle und Vitamin C standen in einem anderen Raum ohne Strahlung. Nach Entnahme des Hirngewebes wurden im Gewebe Lipidperoxidation (MDA), das antioxidative Potenzial (AOP), Superoxid-Dismutase (SOD), Katalase (CAT), Glutathion-Peroxidase (GSH-Px), Xanthin-Oxidase (XO), Adenosin-Deaminase (ADA) und 5'-Nucleotidase (5'-NT) bestimmt.

**Ergebnisse:** Die 900-MHz-Strahlung verursachte eine Aktivitätshemmung der Enzyme, die eine Funktion im Purinstoffwechsel haben (5'-NT signifikant zur Kontrollgruppe und ADA signifikant zur Vitamin C-Gruppe). Bei der Xanthinoxidase gab es keine Aktivitätsunterschiede. Die Katalase-Aktivität war signifikant vermindert in der Bestrahlungsgruppe im Vergleich

zur Kontrolle, aber signifikant erhöht in der 900-MHz + Vitamin C-Gruppe. Die Aktivität der GSH-Px war in beiden Gruppen mit Vitamin C erhöht im Vergleich zur 900-MHz- und zur Kontrollgruppe. Die MDA-Konzentrationen waren in der 900-MHz-Gruppe vermindert gegenüber der Kontrolle, erhöht bei zusätzlicher Gabe von Vitamin C.\* Die Lipidperoxidation war in der 900-MHz-Gruppe signifikant niedriger als in den anderen 3 Gruppen.

**Schlussfolgerungen:** Einige Enzyme waren in ihrer Aktivität vermindert im Gewebe der Tiere, die der 900-MHz-Strahlung ausgesetzt waren (5'-NT, ADA, CAT und GSH-Px). Bei Anwesenheit von Vitamin C zusätzlich zu der 900-MHz-Strahlung war die Aktivität höher als bei der Strahlung allein. Andere Forscher hatten herausgefunden, dass Hemmung des Purin-Stoffwechsels zu Immunschwäche führen kann, dadurch können Menschen anfälliger für andere Krankheiten sein. Die Verminderung der Aktivitäten der antioxidativen Enzyme im Hirngewebe könnte andere Erkrankungen begünstigen, wie Krebs und Gefäßkrankheiten. Vitamin C steigerte die Aktivitäten der antioxidativen Enzyme. Dass MDA so niedrig war in der 900-MHz-Gruppe könnte daran liegen, dass zu Beginn der Bestrahlung Oxidationen stattfanden, später Resistenz gegen die oxidativen Angriffe auftrat. In der Gruppe 900-MHz + Vitamin C tritt die Erhöhung der MDA-Konzentration erst am Ende des Experiments auf, weil vorher ein antioxidativer Schutz durch das Vitamin C vorlag. Das Experiment war mit 45 Tagen recht lang. Das scheint ein entscheidender Faktor dafür zu sein, dass andere Forscher andere Ergebnisse erzielt hatten (kürzere Dauer sowohl bei täglicher Bestrahlungszeit als auch Gesamtdauer). Die Ergebnisse lassen schließen, dass Vitamin C eine schützende Wirkung gegen die schädliche Mobilfunkstrahlung auf das Hirngewebe der Ratten hat.

\* **Anmerkung:** Dieses Teilergebnis wirft Fragen auf: „MDA level was increased in mobile phone plus vitamin C group compared to mobile phone group. MDA levels were found to decrease non-significantly in mobile phone group compared to control group. The results of the study were given at Table 1.“ (Originaltext) Die geringere MDA-Konzentrationen (Marker für ROS) erklären die Autoren damit, dass am Anfang der Bestrahlung die elektromagnetischen Felder Oxidationen in einigen Zellstrukturen des Hirngewebes verursachen, später erfolgt eine Resistenz gegen oxidative Angriffe. Das könnte zu weniger Endprodukten wie MDA am Ende führen. In der Gruppe Bestrahlung + Vitamin C könnte es sein, dass Vitamin C die Zellkomponenten gegen oxidative Angriffe schützen kann. Deshalb ist die oxidierbare Struktur im Hirngewebe am Ende der Studie immer noch vorhanden, die eine MDA-Produktion verursacht haben könnte. Zur Logik dieser Ergebnisse und Interpretation haben wir die Autoren angefragt, bis zum Redaktionsschluss jedoch keine Antwort bekommen.

## Die vorbeugende Wirkung von Vitamin C auf induzierten oxidativen Stress in Ratten-Hoden nach Bestrahlung mit 900 MHz eines Basisstation-Antennen-Modells.

The prophylactic effect of vitamin C on induced oxidative stress in rat testis following exposure to 900 MHz radio frequency wave generated by a BTS antenna model.

Von: Jelodar G, Nazifi S, Akbari A; Erschienen in: Electromagn Biol Med 2013; 32 (3): 409–416

Frühere Ergebnisse zeigten nicht-thermische Wirkungen von Mikrowellen wie Schädigung von DNA- und Proteinmolekülen, Veränderungen der Hitzeschockproteine und erhöhte Durchlässigkeit der Blut-Hirn-Schranke. Auch Gehirn, Herz, Knochenmark, Blutbildung und Hormonsysteme können betroffen sein. Mikrowellen spielen auch bei krankhaften Veränderungen der reproduktiven Organe, besonders der Hoden, eine Rolle. Die Mobilfunkstrahlung kann die Spermienqualität beeinträchtigen, d. h. man findet verminderte Anzahl, Beweglichkeit, Vitalität und die Morphologie ist verändert, abhängig von der Dauer der täglichen Nutzung des Mobiltelefons. Vitamin C (Ascorbinsäure) ist ein starkes Antioxidans innerhalb und außerhalb von Zellen und bietet Schutz gegen mehrere Krankheiten und auch gegen oxidatives Ungleichgewicht in Hoden und anderen Geweben. Bestimmte Vitamin C-Konzentrationen in den Zellen scheinen notwendig zu sein, damit die antioxidative Funktion möglich ist. Mobilfunkstrahlung von Basisstationen (900 MHz) könnte durch oxidativen Stress schädliche Auswirkungen auf die Reproduktion haben. Diese Studie wurde durchgeführt, um die Wirkung auf Hoden und die vorbeugende Wirkung von Vitamin C zu untersuchen.

**Studiendesign und Durchführung:** 32 erwachsenen männliche Ratten wurden in 4 Gruppen zu je 8 Tieren eingeteilt. 1. scheinbestrahlte Kontrolle, 2. Scheinbestrahlung + Vitamin C (200 mg/kg/Tag oral durch Sonde), 3. 900 MHz und 4. 900 MHz + Vitamin C. Die Bestrahlung erfolgte über einen Generator 4 Stunden/Tag von 9–13 Uhr, 45 Tage lang (Leistungsflussdichte 0,6789 mW/cm<sup>2</sup>). Nach 45 Tagen wurden die Hoden entnommen und die Aktivitäten der antioxidativen Enzyme Superoxid-Dismutase (SOD), Glutathion-Peroxidase (G-Px) und Katalase (CAT) sowie die Lipidperoxidation mit Malondialdehyd (MDA) und der Proteingehalt gemessen.

**Ergebnisse:** Die Durchschnittswerte von G-Px, SOD, CAT und MDA in den Rattenhoden waren wie folgt: SOD war signifikant vermindert nach 900-MHz-Bestrahlung im Vergleich zu den 3 anderen Gruppen. Die Vitamin C-Gabe steigerte die Aktivität der SOD signifikant gegenüber den anderen Gruppen, die Vitamin C-Gruppe hatte nicht-signifikant erhöhte Aktivität gegenüber der Kontrollgruppe. G-Px war signifikant verringert gegenüber der Kontrolle, das Vitamin C bewirkte einen Anstieg der Aktivität auf das normale Niveau. Die Katalase-Aktivität war signifikant geringer in der 900-MHz-Gruppe im Vergleich zu den 3 anderen Gruppen, Vitamin C verhinderte diese Wirkung. Die MDA-Konzentration war durch die Bestrahlung signifikant erhöht gegenüber der Kontrolle, die Vor-

behandlung der Ratten mit Vitamin C verringerte die MDA-Konzentration signifikant, aber nicht auf das normale Niveau.

**Schlussfolgerungen:** Die Ergebnisse zeigen, dass die 900-MHz-Strahlung von Basisstationen oxidativen Stress in den Rattenhoden hervorgerufen hat. Vitamin C verbesserte die Aktivitäten der antioxidativen Enzyme signifikant und verringerte signifikant die MDA-Konzentration (geringere Lipidperoxidation), d. h. der oxidative Stress wurde durch Vitamin C vermindert.

## Monochromatisches Rotlicht schützt Embryonalzellen vor oxidativem Stress durch Mikrowellen.

Monochromatic red light of LED protects embryonic cells from oxidative stress caused by radiofrequency radiation.

Von: Tsybulin O, Sidorik E, Kyrlyenko S, Yakymenko I; Erschienen in: Oxidants and Antioxidants in Medical Science 2016, DOI: 10.5455/oams.010216.or.092

Epidemiologische Studien und Tierversuche zeigten ein Krebs erregendes oder Krebs förderndes Potenzial von Mobilfunkstrahlung geringer Intensität. Auch mutagene und oxidative Wirkungen der Strahlung wurden vielfach nachgewiesen, über 90 % der Arbeiten zeigten signifikante Wirkungen. Die Mikrowellen geringer Intensität können trotz der nicht-ionisierenden Eigenschaften Systeme von reaktiven Sauerstoffmolekülen (ROS) aktivieren. Neben einigen Antioxidantien wie Melatonin, Vitamine E und C, Selen und L-Carnithin kann monochromatisches Licht von Helium-Neon-Laser und LED die oxidative Schädigungen mildern und den oxidativen Status von Lebewesen verändern. In dieser Studie wird gezeigt, dass durch 900 MHz oxidativer Stress in Embryozellen von Wachteln erzeugt wird, der mit monochromatischem Rotlicht gemildert werden kann.

**Studiendesign und Durchführung:** 3 Gruppen mit je 8–10 Eiern von Japanischen Wachteln (Gruppe 1: Bestrahlung der Embryos mit 900-MHz-Strahlung (14 µW/cm<sup>2</sup>, SAR 0,17 mW/kg) für 120 Stunden (5 Tage) bei Raumtemperatur, danach 38 Stunden im Inkubator = 158 Stunden. Gruppe 2: zusätzlich zur 900-MHz-Bestrahlung bekamen die Eier Bestrahlung mit Rotlicht (180 Sekunden, je 60 in der 2., 8. und 24. Stunde der Inkubation im Dunkeln mit 0,1 mW/cm<sup>2</sup>, Wellenlänge 630–650 nm). Gruppe 3: unbehandelte Kontrolle.

Untersucht wurden die Entwicklung der 38 Stunden alten Embryos, die Rate der Lipidperoxidation und die Aktivitäten der Enzyme SOD und Katalase im Gewebe der Embryos. Ein in vitro-Experiment mit SOD und Katalase sollte untersuchen, ob die 900 MHz direkt auf die Enzyme einwirken oder ob es sich um eine Feedback-Reaktion der Katalase auf Überproduktion von ROS handelt. Für die Aktivitäts-Messungen der Enzyme wurden die Ansätze mit 0,25 µW/cm<sup>2</sup> bzw. 0,1 mW/cm<sup>2</sup> für 10 min bestrahlt.

**Ergebnisse:** Die Entwicklung der Embryos der 900-MHz-Gruppe war leicht, aber signifikant im Wachstum verzögert gegenüber der Kontrolle, die anderen Embryos entwickelten

sich normal bis zur 38. Stunde. Das Rotlicht bewirkte eine Entwicklung entsprechend der Kontrollgruppe. Bei den bestrahlten Embryos war die MDA-Konzentration signifikant höher als bei der Kontrolle (37,5 %), das Rotlicht verminderte die Konzentration signifikant (30,4 %). Die SOD-Aktivität war nicht-signifikant geringer in der 900-MHz-Gruppe gegenüber der Kontrolle (17,3 %), durch Rotlicht gab es keine signifikante Änderung der SOD-Aktivität bei 38 Stunden. Die Katalase-Aktivität war in der 900-MHz-Gruppe signifikant vermindert im Vergleich zur Kontrolle (78,6 %), Rotlicht reaktivierte das Enzym um 99,2 % im Vergleich zur 900-MHz-Bestrahlung allein. Bei den in vitro-Experimenten ergaben sich folgende Befunde: signifikante Verminderung der SOD-Aktivität (64,3 %), das Rotlicht verbesserte die Aktivität (46 %); die Katalase-Aktivität war nach Kurzzeitbestrahlung mit 900 MHz um 23,4 % geringer als bei der Kontrolle, die Rotlicht-Behandlung erhöhte die Katalase-Aktivität signifikant um 21,4 % im Vergleich zur bestrahlten Gruppe.

**Schlussfolgerungen:** Die antioxidativen Enzyme SOD und Katalase werden durch 900 MHz in ihrer Aktivität gehemmt und das monochromatische Rotlicht kann die Aktivität wieder steigern. Das monochromatische Rotlicht hat möglicherweise ähnliche Wirkungen wie die klassischen Antioxidantien. Die beiden Enzyme absorbieren im Rotbereich des Spektrums, es könnten Konformationsänderungen verursacht werden. Es gibt einen Zusammenhang zwischen oxidativem Stress, epigenetischen Veränderungen und Karzinogenese. Ständige Schädigung durch oxidativen Stress kann Zellen transformieren, da ROS wichtige Überträger für intrazelluläre Signalkaskaden sind. LED-Rotlicht könnte eine Möglichkeit sein, Schutzmaßnahmen gegen Strahlenschäden zu entwickeln.

## Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit

### Die Wirkungen von elektromagnetischen Feldern auf die Anzahl der Eierstock-Primordialfollikel: eine experimentelle Studie.

The effects of electromagnetic fields on the number of ovarian primordial follicles: An experimental study.

Von: Bakacak M, Bostanci MS, Attar R, Yildirim OK, Yildirim G, Bakacak Z, Sayar H, Han A; Erschienen in: Kaohsiung J Med Sci 2015; 31 (6): 287–292

Unfruchtbarkeit kommt bei etwa 15 % der Ehepaare auf. Um diese erfolgreich behandeln zu können, muss die Eizellreserve festgestellt werden. Das ist die Anzahl von Primordialfollikeln, die im Embryo angelegten unreifen Keimzellen, die im Laufe des Lebens zu befruchtungsfähigen Eizellen heranwachsen können. Die Einwirkung von Strahlung auf die Geschlechtsorgane nimmt ständig zu durch immer mehr Funkanwendungen. Es ist umstritten, ob und welche Auswirkungen die Mobilfunkstrahlung auf die Fruchtbarkeit hat. Hier wurde die direkte Wirkung von Mobilfunkstrahlung auf die Eierstöcke, auf

die Bildung der Primordialfollikel und die Eizellreserve untersucht. Bei den bestrahlten Tieren waren signifikant weniger Follikel zu sehen als bei den scheinbestrahlten.

**Studiendesign und Durchführung:** Mit 16 weiblichen Ratten wurden 2 Gruppen zu je 8 Tieren gebildet: Kontroll- und Bestrahlungsgruppe. Die Bestrahlung mit 1,04 mW/cm<sup>2</sup> (900 MHz, 217 Hz gepulst) erfolgte 15 Minuten pro Tag 15 Tage lang zwischen 9 und 13 Uhr so, dass die Strahlung direkt auf die Haut über den Eierstöcken einwirkte. Die SAR-Werte betragen 0,018 – 4 W/kg Gesamtkörperbestrahlung, deshalb gab es eine unerhebliche Erwärmung des Gewebes. Nach den 15 Tagen Bestrahlung blieben die Tiere bis zur Östrogenphase im Käfig, dann folgte die Entnahme der Eierstöcke, Bestimmung des Gewichtes, die Bestimmung der Follikelzahl, der Eizellreserve und die histopathologische Untersuchung des Gewebes. Körpergewicht und die Phasen des Hormonzyklus wurden vor dem Experiment erfasst. Die Anzahl der Primordialfollikel wurde im Blindverfahren im Mikroskop gezählt.

**Ergebnisse:** Die Anzahl der Follikel in der bestrahlten Gruppe war signifikant geringer war als bei den Kontrolltieren (Kontrolle 150, bestrahlte 70), auch das Gewicht der Eierstöcke war geringer (Kontrolltiere rechts 74,3 mg und links 71,8 mg, bestrahlte 72,1 und 69,5 mg). Bei den bestrahlten Tieren waren im Gegensatz zu der Kontrollgruppe keine Primordialfollikel in der subkortikalen Region vorhanden, dort sollten die meisten Primordialfollikel zu sehen sein.

**Schlussfolgerungen:** Die direkte Bestrahlung der Eierstöcke mit der 217 Hz gepulsten 900-MHz-Strahlung hat eine signifikant geringere Anzahl von Follikeln in den Eierstöcken und keine Primordialfollikel in der Subkortikalen Region der bestrahlten Ratten gefunden. Da sich die Feldquelle über die Bestrahlungszeit direkt am Bauch der Tiere befand, waren bei allen Tieren dieselben Feldbedingungen. Die Ergebnisse zeigen eine beunruhigende Wirkung der 900-MHz-Strahlung auf die Anzahl der Follikel und die Eizellreserve. Trotz der geringen Anzahl der Tiere (8 pro Gruppe) waren die Werte ausreichend für statistische Auswertungen.

Die Autoren halten Einschränkungen dieser Studie fest: 1. sind Tierexperimente nicht direkt auf den Menschen übertragbar, aber mit Menschen kann man solche Experimente nicht machen. 2. können die Follikel natürlich nicht vor dem Experiment bestimmt werden, 3. konnten Schädigung und Apoptose der Zellen nicht analysiert werden. Um mehr Erkenntnisse über die Wirkung der Strahlung auf Eizell-Reserve und Unfruchtbarkeit zu gewinnen, müssen weitere Experimente mit vorheriger Bestimmung der Follikel durchgeführt werden. Dies sollte in klinischen Studien untersucht werden.

**Anmerkung:** Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit behandelt auch die Studie von Jelodar et al., s. Seite 9.

## Auswirkungen auf Herzfunktionen

### Die Wirkungen der Dauer der Mobiltelefon-Nutzung auf Parameter der Herzfrequenzvariabilität bei gesunden Probanden.

The effects of the duration of mobile phone use on heart rate variability parameters in healthy subjects.

Von: Ekici B, Tanindi A, Ekici G, Diker E; Erschienen in: *Anatol J Cardiol* 2016; DOI:10.14744/AnatolJCardiol.2016.6717

In dieser Fall-Kontroll-Studie sollte untersucht werden, welchen Einfluss Mobilfunkstrahlung auf die Herzrhythmickeit, insbesondere die Herzratenvariabilität (HRV), von gesunden Personen hat. Alle Freiwilligen benutzten ein Mobiltelefon mehr als 10 Jahre. Die Untersuchung der Herzratenvariabilität ist eine der am meisten angewandten Methode. Sie gibt Auskunft über die autonome Regulation der Herzrhythmickeit, wie gut das autonome System die Herzrhythmickeit an die Erfordernisse anpassen kann. D. h. wie flexibel das Herz auf Veränderungen reagieren kann. Die elektromagnetischen Felder der Mobilfunkstrahlung können die elektromagnetischen Ströme des Herzens stören, d. h. die Herzrhythmickeit könnte durch Mobilfunkstrahlung beeinflusst werden. Die HRV-Analyse ist eine nicht-invasive Methode zur Untersuchung des autonomen Ungleichgewichts, wobei eine geringe HRV mit einem hohen Risiko für Herzerkrankungen korreliert ist. Mobiltelefone sind weit verbreitet, es gibt aber nur wenige Studien, die untersucht haben, welchen Einfluss die Dauer der Nutzung auf die HRV bei gesunden Menschen hat. Hier wurde eine HRV-Analyse durchgeführt, um mögliche Veränderungen des Gleichgewichts zwischen Sympathikus und Parasympathikus bei Personen mit normalem Elektrokardio- und Echokardiogramm (Ultraschall) in Ruhe zu sehen.

**Studiendesign und Durchführung:** 148 gesunde freiwillige Personen (85 Frauen und 63 Männer) im Alter zwischen 22 und 40 Jahren. Alle bekamen eingangs ein 24-Stunden-Langzeit-EKG. Es wurden 4 Gruppen gebildet: 1. Keine Handynutzung, 2. Nutzung weniger als 30 Minuten/Tag, 3. 30–60 Minuten/Tag und 4. mehr als 60 Minuten/Tag. Gemessen wurden die durchschnittliche Herzrate, die Standardabweichung der normalen N-N-Intervalle, die Standardabweichung der 5-Minuten-N-N-Intervalle, der Prozentsatz der aufeinander folgenden N-N-Unterschiede u. a. Die Frequenz-Analysen umfassten VLF (0,003–0,04 Hz), LF (0,04–0,15 Hz), HF (0,16–0,4 Hz) und das LF/HF-Verhältnis.

**Ergebnisse:** Es gab keine signifikanten Unterschiede in den demografischen und klinischen Charakteristiken, auch nicht in Bezug auf Arrhythmien. Die HF-Werte waren in den 3 Gruppen signifikant niedriger gegenüber der Kontrollgruppe (aufgerundet 407, 391, 201 und 145), das LF/HF-Verhältnis war in den Nutzer-Gruppen signifikant höher als in der Kontrollgruppe, abhängig von der Dauer der Nutzung. Das Verhältnis war umso höher je mehr die Personen telefonierten (1,9 in der Kontrollgruppe, 2,2 in Gruppe 2, 3,7 in Gruppe 3 und 5,4 in Gruppe 4). Es gab keine signifikanten Unterschiede bei Herz-

rate und VLF. Die anderen Werte waren niedriger als bei den Personen der Kontrollgruppe.

**Schlussfolgerungen:** In dieser Studie wurde gezeigt, dass die Dauer der Mobiltelefonnutzung das autonome Gleichgewicht für die Herzratenvariabilität in den gesunden Personen verschieben könnte. Während der Gespräche ist das Gerät nah am Kopf, dadurch kann das autonome Nervensystem verändert werden, das eine Verbindung zur Steuerung der Herzrhythmickeit (Schrittmacher) hat. Die elektromagnetischen Felder der Mobiltelefone könnten bei Langzeitnutzung Veränderungen in der Herzratenvariabilität hervorrufen. Die Autoren geben Einschränkungen der Studie an, z. B. kleine Probandenzahl, die HRV wurde nicht vor, während und nach Mobiltelefongesprächen ermittelt, dazu fehlten die SAR-Werte. Die Forscher haben die Daten rückwirkend aus den Telefonrechnungen ermittelt und die durchschnittliche Dauer bzw. die Anzahl der Telefongespräche pro Monat errechnet.

**Anmerkung:** Ein NN-Intervall ist der Abstand zwischen zwei Herzschlägen, die bei der normalen, gesunden Herzfrequenzvariabilität stärker variiert als bei krankhaften Veränderungen des Herzens bzw. des autonomen Nervensystems des Herzens. Die verschiedenen Frequenzbereiche VLF, LF, HF geben die Zuordnung zum autonomen Nervensystem des Herzens wieder: Der VLF-Bereich, < 0,04 Hz, hat mit Wärmeregulation, der LF-Bereich, 0,04–0,15, mit Blutdruck, z. T. Atmung zu tun und der HF-Bereich, 0,15–0,4 Hz, mit der Atmung, Die niederen Frequenzen werden dem Sympathikus, die hohen dem Parasympathikus und die mittleren beiden Systemen zugeordnet. Das LF/HF-Verhältnis liefert Angaben zum Gleichgewicht der Frequenzbereiche.

## Leistungsfähigkeit und Kognition bei Schülern

### Mobiltelefon-Nutzung und Prävalenz von selbst-berichteten Symptomen bei Schülern von Grundschulen und weiterführenden Schulen in Shiraz, Iran.

The pattern of mobile phone use and prevalence of self-reported symptoms in elementary and junior high school students in Shiraz, Iran.

Von: Mortazavi SM, Atefi M, Kholghi F; Erschienen in: *Iran J Med Sci* 2011; 36 (2): 96–103

Mobilfunknutzung von Kindern steigt drastisch, die Kinder akkumulieren die Strahlung über viele Jahre ihres Lebens. Da das Nervensystem von Kindern noch in der Entwicklung ist, können für Kinder größere gesundheitliche Risiken bestehen als für Erwachsene. Kinder sind empfindlicher, auch weil deren Gehirn eine höhere Leitfähigkeit hat, die Strahlung die Schädelknochen stärker durchdringt und schließlich haben Kinder heutzutage eine längere Lebenszeit mit der Strahlung als Er-

wachsene. Da physiologische Funktionen des Menschen auf Regulierung durch elektrische Ströme basieren, kann man annehmen, dass elektromagnetische Felder einer gewissen Stärke diese physiologischen Prozesse beeinflussen. Außerdem sind Schüler auch anderen Geräten ausgesetzt, z. B. Kathodenstrahlröhren (Fernseher, Monitore, die Red.) und Schnurlostelefonen. Einige Forscher schlagen daher vor, dass Risikogruppen wie Kinder die Mobilfunknutzung einschränken sollten. Diese Studie ist ein Versuch, die Auswirkungen der Mobilfunknutzung auf die Gesundheit von Schülern zu untersuchen, indem die Aussagen der Schüler zu möglichen Krankheitssymptomen erfasst werden.

**Studiendesign und Durchführung:** Insgesamt nahmen 469 Schüler (235 Jungen und 234 Mädchen, 6–16 Jahre alt, Durchschnitt  $11 \pm 2,33$  Jahre) aus 250 Grundschulen und 219 weiterführenden Schulen aus verschiedenen Stadtteilen mit verschiedenen Gesellschaftsschichten in Shiraz (Iran) an der Studie teil. Die Schüler wurden mittels Fragebögen zu Quellen von elektromagnetischen Feldern und Mikrowellenstrahlung, Mobilfunknutzung, Gesundheitszustand und Lebensstil und zu ihrer eigenen Einschätzung über Symptome durch Mobilfunknutzung befragt. Die Schwere der Symptome wurden eingeteilt in 4 Gruppen: keine, moderate, starke und sehr starke Symptome.

**Ergebnisse:** Von den 469 Schülern komplettierten 452 die Fragebögen und Daten, 50,1 % waren Jungen, 49,9 % Mädchen. 53,3 % der Schüler waren auf Grundschulen, 46,7 % auf höheren Schulen, alle waren öffentliche Schulen. Bildschirme und Schnurlostelefone wurden von etwa der Hälfte der Kinder in geringem Umfang genutzt. Nur 31,42 % der Schüler (142 von 452) benutzten ein Mobiltelefon mit durchschnittlicher Gesprächsdauer von  $7,08 \pm 21,42$  Minuten, im Stand-by-Modus waren es  $4,97 \pm 9,03$  Minuten. Mehr Jungen als Mädchen hatten ein Mobiltelefon und sie nutzten es auch häufiger (34,7 zu 28,6 %). 89 % der Jungen hatten ein, 9,3 % zwei und 1,3% drei Geräte. 89 % der Schüler trugen das Gerät beim Telefonieren am Ohr. Es gab einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Gesprächsdauer und der Häufigkeit von einigen Symptomen, darunter Kopf- und Muskelschmerzen, Herzklopfen, Müdigkeit, Tinnitus, Schwindel und Schlafprobleme pro Monat. Auch Probleme mit Aufmerksamkeit, Konzentrationsfähigkeit und Nervosität war bei den Vielnutzern größer als erwartet. 17 % der Schüler gaben an, dass die Symptome schlimmer werden, wenn sie das Gerät weiter benutzen, 28 sagten, dass die Symptome abklingen, wenn sie es nicht mehr benutzen.

**Schlussfolgerungen:** Die Daten ergeben, dass viele Kinder Mobiltelefone benutzen und es nach Aussagen einiger Schüler einen signifikanten Anstieg von Symptomen gibt. Die Häufigkeit von Kopfschmerzen, Schwindel und Schlafproblemen pro Monat war signifikant assoziiert mit der Gesamtzeit der Telefonate mit dem Mobiltelefon. Das zeigt, dass Kinder gegenüber der Strahlung empfindlicher sind als Erwachsene. Die Ergebnisse und Schlussfolgerung müssen unter dem Aspekt betrachtet werden, dass dies eine Selbstauskunft der Teilnehmer über die Symptome ist, deren Kenntnisse über die exakten Definitionen der Symptome nicht ganz klar sein könnten.

Trotzdem sollte die Gesundheit der Kinder geschützt werden, auch wenn man sie nicht drängen kann, auf den Gebrauch des Mobiltelefons zu verzichten. Kinder sind eine Gruppe mit hohem Risiko.

## Gedächtnis-Leistung nach Einwirkung elektromagnetischer 900-MHz-Felder: eine prospektive Kohortenstudie mit Jugendlichen.

Memory performance, wireless communication and exposure to radiofrequency electromagnetic fields: A prospective cohort study in adolescents.

Von: Schoeni A, Roser K, Röösl M; Erschienen in: Environ Int 2015; 85: 343–351

Die Nutzung von Mobiltelefonen ist bei Jugendlichen stark angestiegen, 2012 besaßen 95 % der 12- bis 19-Jährigen ein solches Gerät. Die Schweizer Arbeitsgruppe hat in dieser prospektiven Kohortenstudie Jugendliche mittels Fragebögen um Auskunft gebeten, wie sie ihr Smartphone nutzen und untersucht, ob sich häufige Nutzung des Smartphones auf die Gedächtnisleistung auswirkt.

**Studiendesign und Durchführung:** Zwischen Juni 2012 und Februar 2013 wurden 439 Jugendliche zwischen 12 und 17 Jahren aus 24 Schweizer Schulen in städtischen und ländlichen Gebieten befragt zu Alter, Geschlecht, Alkohol, sportliche Aktivitäten usw. Parallel wurden die Eltern zu Verhalten und Entwicklung ihrer Kinder, zu gesellschaftlichen und ökonomischen Bedingungen und der Nutzung von drahtloser Kommunikation zu Hause befragt. Ein Jahr später wurde die Prozedur wiederholt. Eine Gruppe von 95 Schülern trug ein Messgerät (Exposimeter). Die Gedächtnistests bestanden in standardisierten Aufgaben am Computer; die Schüler mussten Figurenpaare und Wortgruppen erinnern. Die Strahlenbelastung der Schüler wurde über die Daten der Mobilfunkanbieter, über Angaben der Jugendlichen zur Nutzung (Gesprächsdauer mit eigenem und fremdem Mobiltelefon und Schnurlostelefon, SMS-Sendung, Surfen, WhatsApp usw.) bis 6 Monate vor der Studie ermittelt.

**Ergebnisse:** 439 Schüler (12–17 Jahre) von 24 Schulen aus ländlichen und städtischen Gebieten nahmen teil, 412 (93,9 %) hatten ein Mobiltelefon. Ein Jahr später nahmen 425 (96,8 %) teil, davon hatten 416 (97,9 %) ein eigenes Gerät. Daten von den Mobilfunkanbietern wurden von 234 Schülern am Anfang und ein Jahr später erhalten. Der Unterschied zwischen den Angaben der Schüler und den Daten der Mobilfunkanbieter zur Nutzung der Smartphones war sehr unterschiedlich: 16,0 zu 1,9 Minuten pro Tag. Die Einschätzung der Schüler war 7-mal höher als die objektiven Daten. möglicherweise, weil Jugendliche viele Textmeldungen über Internet verschicken. Die Auswertung der Gedächtnistests mit den Jugendlichen ergaben nach einem Jahr einen signifikanten Zusammenhang 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 die Schüler mit anderen Mobiltelefonen oder Schnurlostelefonen telefoniert haben, deshalb ist die Dosis-Berechnung ungenau. Keine Unterschiede fand man bei geringer Feldbelastung, z. B. SMS-Sendung und Spielen.

**Schlussfolgerungen:** Nach einem Jahr nahm das figurale Gedächtnis ab, je häufiger das Smartphone genutzt wurde. Die Ergebnisse könnten darauf hindeuten, dass die Strahlung von Smartphones das Gedächtnis für Figuren beeinträchtigt. Da es gewisse Unsicherheiten bezüglich der Dosisberechnungen gibt, sind die Ergebnisse mit Vorsicht zu betrachten.

## Studienbesprechungen im ElektrosmogReport April - Juni 2016

<http://www.strahlentelex.de/>

### Spermienkonzentration durch Handynutzung vermindert

Einige Studien haben eine Abnahme der Spermienqualität seit Beginn des 20. Jahrhunderts ergeben. Ein Faktor könnte elektromagnetische Strahlung des Mobilfunks sein. Die neue Studie ergab, dass unter bestimmten Bedingungen abnorme Spermienkonzentrationen zunehmen, z. B. wenn beim Telefonieren mit dem Handy geraucht und gleichzeitig das Telefon aufgeladen wird.

Zilberlicht A, Wiener-Megnazi Z, Sheinfeld Y, Grach B, Lahav-Baratz S, Dirnfeld M (2015): Habits of cell phone usage and sperm quality – does it warrant attention? *Reproductive Bio-Medicine Online* 31, 421–426  
*ElektrosmogReport April 2016*

### Schädigungen in vielen Organen durch 900 MHz

Verschiedene Arbeitsgruppen um Prof. Odaci von der Technischen Universität Trabzon/Türkei haben mit sehr ähnlichen Methoden verschiedene Organe (Rückenmark, Hoden, Herz, Nieren, Leber, Milz, Thymus) von jungen männlichen Ratten untersucht, nachdem sie selbst oder deren Mütter während der Trächtigkeit mit 900 MHz bestrahlt worden waren. In allen Fällen waren die untersuchten Organe histologisch und die biochemischen Parameter MDA, SOD und KAT verändert gegenüber den unbestrahlten Kontrollgruppen. Die Schädigungen werden auf oxidativen Stress durch die 900-MHz-Strahlung zurückgeführt.

İkinci A, Mercantepe T, Unal D, Erol HS, Şahin A, Aslan A, Baş O, Erdem H, Sönmez OF, Kaya H, Odaci E (2015): Morphological and antioxidant impairments in the spinal cord of male offspring rats following exposure to a continuous 900-MHz electromagnetic field during early and mid-adolescence. *J Chem Neuro*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jchemneu.2015.11.006>

Hanci H, Türedi S, Topal Z, Mercantepe T, Bozkurt I, Kaya H, Ersoz S, Unal B, Odaci E (2015): Can prenatal exposure to a 900 MHz electromagnetic field affect the morphology of the

spleen and thymus, and alter biomarkers of oxidative damage in 21-day-old male rats? *Biotech Histochem* 90 (7), 535–543

Türedi S, Hanci H, Topal Z, Unal D, Mercantepe T, Bozkurt I, Kaya H, Odaci E (2015): The effects of prenatal exposure to a 900-MHz electromagnetic field on the 21-day-old male rat heart. *Electromagn Biol Med* 34 (4), 390–397

Odaci E, Hanci H, Yuluğ E, Türedi S, Aliyazıcıoğlu Y, Kaya H, Çolakoğlu S (2016): Effects of prenatal exposure to a 900 MHz electromagnetic field on 60-day-old rat testis and epididymal sperm quality. *Biotech Histochem* 91 (1), 9–19; doi: 10.3109/10520295.2015.1060356

Topal Z, Hanci H, Mercantepe T, Erol HS, Keleş ON, Kaya H, Mungan S, Odaci E (2015): The effects of prenatal longduration exposure to 900-MHz electromagnetic field on the 21-day-old newborn male rat liver. *Turk J Med Sci* 45 (2), 291–7

Odaci E, Ünal D, Mercantepe T, Topal Z, Hanci H, Türedi S, Erol HS, Mungan S, Kaya H, Çolakoğlu S (2015): Pathological effects of prenatal exposure to a 900 MHz electromagnetic field on the 21-day-old male rat kidney. *Biotech Histochem*. 90 (2), 93–101; doi: 10.3109/10520295.2014.947322  
*ElektrosmogReport April 2016*

### Pflanzenreaktionen auf Hochfrequenzstrahlung

Diese Übersichtsarbeit fasst die bekannten Wirkungen von Hochfrequenzstrahlung von 400 MHz und 10,5 GHz auf Pflanzen zusammen. Die Arbeitsgruppe beschreibt die experimentellen Bedingungen und Ergebnisse auf zellulärer bzw. molekularer Ebene und Reaktionen der ganzen Pflanze, Veränderungen von Enzymaktivitäten, Genexpression und des Wachstums.

Vian A, Davies E, Gendraud M, Bonnet P (2016): Review: Plant Responses to High Frequency Electromagnetic Fields. *BioMed Research International*, <http://dx.doi.org/10.1155/2016/1830262>  
*ElektrosmogReport April 2016*

## Monochromatisches Rotlicht schützt vor oxidativem Stress durch 900-MHz-Felder

Oxidative Mechanismen, die durch Mikrowellen entstehen, haben mutagenes und karzinogenes Potenzial. Deshalb sollten antioxidative Ansätze gefunden werden, die Zellen vor Schädigung schützen. Hier wird das antioxidative Potenzial von monochromatischem Rotlicht von LED-Dioden auf Embryozellen, die Mikrowellen ausgesetzt waren, untersucht.

Tsybulin O, Sidorik E, Kyrylenko S, Yakymenko I (2016): Monochromatic red light of LED protects embryonic cells from oxidative stress caused by radiofrequency radiation. *Oxidants and Antioxidants in Medical Science*, DOI: 10.5455/oams.010216.or.092; www.oamsjournal.com *ElektrosmogReport Mai 2016*

## Kresse keimt nicht unter starker 900/1800-MHz-Strahlung

Dies ist eine Vorstudie und die Wiederholung eines Schülerexperiments mit Kressesamen. Unter verschiedenen Feldstärken zweier Mobilfunksender (900 und 1800 MHz) ließ man die Samen keimen und beobachtete, dass bei 70 – 100  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  keine Keimung erfolgte, während sich die Samen bei 2–3  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  normal entwickelten.

Cammaerts MC, Johansson O (2015): Effect of man-made electromagnetic fields on common Brassicaceae *Lepidium sativum* (cress d'Alinois) seed germination: a preliminary replication study. *Phyton International Journal of Experimental Botany* 84 (1) 132–137 *ElektrosmogReport Mai 2016*

## Einfluss von EMF auf adulte Stammzellen

Elektromagnetische Felder (EMF) haben wichtige Funktionen im Körper, bekannt sind z. B. Heilung von Knochenbrüchen, Regeneration von Knorpel und Linderung von Schmerzen. Auf Zellebene wurden viele Wirkungen gefunden. Die in letzter Zeit an adulten (reifen, erwachsenen) Stammzellen gefundenen vielfältigen Wirkungen niederfrequenter Felder durch Forschung mit Frequenzen zwischen wenigen Hz und 150 Hz (Sinus oder gepulst) werden in dieser Arbeit dargestellt.

Maziarz A, Kocan B, Bester M, Budzik S, Cholewa M, Ochiya T, Banas A (2016): How electromagnetic fields can influence adult stem cells: positive and negative impacts. *Stem Cell Research & Therapy* 7, 54; DOI 10.1186/s13287-016-0312-5 *ElektrosmogReport Juni 2016*

## Schwache Breitband-Felder stören Orientierung von Zugvögeln

Bei europäischen Rotkehlchen (*Erithacus rubecula*), die auf ihrer Route im Frühling und Herbst nachts unterwegs sind, kann die Orientierung durch schwache breitbandige elektromagnetische Felder im Bereich 2 kHz bis 9 MHz gestört werden, während starke Felder eines schmalen Frequenzbandes keinen oder kaum Einfluss haben. Frühere Ergebnisse konnten nicht bestätigt und zugrunde liegende Mechanismen nicht geklärt werden.

Schwarze S, Schneider NL, Reichl T, Dreyer D, Lefeldt N, Engels S, Baker N, Hore PJ, Mouritsen H (2016): Weak Broadband Electromagnetic Fields are More Disruptive to Magnetic Compass Orientation in a Night-Migratory Songbird (*Erithacus rubecula*) than Strong Narrow-Band Fields. *Frontiers in Behavioral Neuroscience* 10:55, doi: 10.3389/fnbeh.2016.00055 *ElektrosmogReport Juni 2016*

## Geringe Energieversorgung im schwachen Magnetfeld

Ein schwaches Magnetfeld von 3  $\mu\text{T}$  beeinflusst die Aktivität von Mitochondrien und den Energiestoffwechsel in primären Skelettmuskelzellen von Mäusen. Die Zellen zeigten nach 3 Tagen im schwachen Magnetfeld verminderte Zellaktivität, während Zellform, Zellzahl und Vitalität nicht verändert waren. Die Experimente zeigen Risiken auf, wenn Astronauten auf dem Weg zum Mars mehr als 1 Jahr im Weltraum unterwegs sind.

Fu JP, Mo WC, Liu Y, He RQ (2016): Decline of Cell Viability and Mitochondrial Activity in Mouse Skeletal Muscle Cell in a Hypomagnetic Field. *Bioelectromagnetics* 37, 212–222 *ElektrosmogReport Juni 2016*



## Neue diagnose:funk Veröffentlichungen zur Studienlage

**Brennpunkt: 130 Studienergebnisse: Smartphones & Tablets schädigen Hoden, Spermien und Embryos (2016), 24 Seiten, 5,00 Euro.** Recherche des aktuellen Standes der Forschung.

**Brennpunkt: Ukrainische Forschergruppe legt Review vor : Mobilfunkstrahlung weit unterhalb der Grenzwerte führt zu oxidativem Stress in Zellen (2015), 24 Seiten, 5,00 Euro.** Übersetzung der Studie von Yakymenko et al..

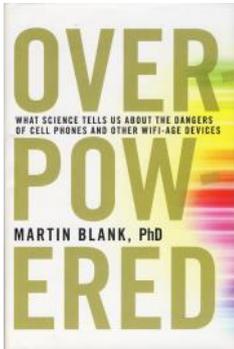
**Brennpunkt: Neue US - Studie bestätigt: Risiken für Kinder durch die Strahlenbelastung von Smartphones, TabletPCs und WLAN sind besonders hoch (2014), 24 Seiten, 4,00 Euro ;** Übersetzung des Reviews von Morgan, Kesari, Davis: Warum Kinder Mikrowellenstrahlung stärker absorbieren als Erwachsene: Die Konsequenzen.

Bestellung Online: <http://shop.diagnose-funk.org/>

Per Mail: [versand@diagnose-funk.de](mailto:versand@diagnose-funk.de)

# www.mobilfunkstudien.org

diagnose:funk Datenbank mit Studien, Artikeln und Videos



Ein Standardwerk

**Martin Blank (2014): OVERPOWERED. What science tells us about the dangers of cell phones and other WiFi - age devices. Seven Stories Press, New York**

Prof. Martin Blank (USA), ehemaliger Vorsitzender der Bioelectromagnetics Society, dokumentiert die Geschichte und den aktuellen Stand der Forschung zur nicht-ionisierenden Strahlung, und aus eigenem Erleben den Einfluss von Politik und Industrie in den USA auf die Forschungsergebnisse. Das Buch ist nur im englischen Original, jetzt auch als Taschenbuch, erhältlich, und gut verständlich geschrieben. Erhältlich im Buchhandel, auch als Paperback.



**StudienReport 2012 / 2013 (auch als Print erhältlich, 5,00 Euro)**

**Studienrecherche 2015 - 1 bis 4, 2016 - 1 und 2**

Zum Download auf: [www.mobilfunkstudien.org](http://www.mobilfunkstudien.org)



**Autorenteam Stuttgart: Zellen im Strahlenstress, Broschüre, 2008, 52 S., 5,00 Euro**

**Langzeitrisiken des Mobil- und Kommunikationsfunks, Tagungsband mit Vorträgen zum Stand der Forschung, 2014, 84 S., 8,00 Euro**

Bestellung: <http://shop.diagnose-funk.org/>



**Siegfried Kiontke: Tatort Zelle, Wie Elektromog-Attacken unseren Organismus bedrohen, 2014, 38,00 Euro**

**Robert O. Becker: Heilkraft und Gefahren der Elektrizität, 1993 (Standardwerk, nur noch antiquarisch erhältlich)**