

Ukrainische Forschergruppe beurteilt Studienlage

# Mobilfunkstrahlung schädigt Zellen durch Oxidationsprozesse

Die Forschergruppe um Igor Yakymenko am ‚Kiewer Institut für experimentelle Pathologie, Onkologie und Radiobiologie‘ sieht es als bewiesen an, dass Mobilfunkstrahlung zu schädigenden Oxidationsprozessen in Zellen durch die Überproduktion von Freien Radikalen führt. (1)

In dem Editorial ‚Mikrowellenstrahlung niedriger Intensität: ein neues Oxidationsmittel für lebende Zellen‘ in der Fachzeitschrift ‚Oxidants and Antioxidants in Medical Science‘ vom 29. März 2014 berichtet die Gruppe, dass von begutachteten 80 Studien 92,5 % (= 76 Studien) diesen Schädigungsmechanismus nachweisen.

Dies sei ein "unerwartet starker nicht-thermischer Charakter bei den biologischen Wirkungen", schreibt die Forschergruppe. Mikrowellenstrahlung der Mobilfunk - Endgeräte niedriger Intensität könne "zu mutagenen Wirkungen durch deutliche oxidative Schädigung der DNA" führen, weil "die erhebliche Überproduktion von ROS (2) in lebenden Zellen bei Exposition durch Mikrowellenstrahlung ein breites Spektrum von Gesundheitsproblemen und Krankheiten verursachen könnte, einschließlich Krebs bei Menschen".

Yakymenko et al. forschen und publizieren über Strahlenwirkungen, was ihren Aussagen zum internationalen Forschungsstand Gewicht verleiht (3). Sie untermauern durch die nachgewiesenen biologisch - pathologischen Veränderungen die Ergebnisse epidemiologischer Studien, die für Vieltelefonierer ein bis zu 7,7 fach erhöhtes Tumorrisiko nachweisen (4). Auch bestätigen sie die jüngste Feststellung der kanadischen Gesundheitsbehörde von British Columbia, dass oxidativer Zellstress die Ursache von Spermenschädigungen und anderen Zellveränderungen durch Handystrahlung sei:

"Er (oxidativer Zellstress) konnte ziemlich durchgängig bei Studien an Mensch und Tier speziell zu Spermien, aber auch allgemein bei anderen Zellen, festgestellt werden. Mechanismen, bei denen oxi-

dativer Stress durch eine Zunahme von ROS und eine Abnahme von Antioxidantien verursacht wird, sind bei neurodegenerativen Erkrankungen wie Parkinson und Alzheimer festgestellt worden." (5)

Oxidativer Stress gilt als eine Hauptursache von Erschöpfungen, Kopfschmerzen, entzündlichen Erkrankungen bis hin zum Herzinfarkt (6). Diesen Mechanismus der Schädigung durch EMF hat bereits vor Jahren der deutsche Wissenschaftler Ul-



rich Warnke entdeckt, bestätigt wurde dies durch eine Veröffentlichung des ECOLOG Institutes ( H.-P. Neitzke, 2012) (7).

Die Ergebnisse von Yakymenko et al. - die angekündigte Gesamtstudie wird in Bälde erscheinen - verdeutlichen die Brisanz des Handy-, SmartPhone- und WLAN- Hypes. Kinder und Jugendliche nutzen nach neuesten Statistiken im Schnitt über acht Stunden lang körpernah die Mobilfunk - Endgeräte und sind damit permanent dem Schädigungspotential ausgesetzt.

## Grenzwerte schützen nicht

Mit den Ergebnissen von Yakymenko et al. ist den deutschen Grenzwerten erneut die Legitimation entzogen. Die Grenzwerte basieren auf der Leugnung der nicht-thermischen Wirkungen, dem so-

genannten "thermischen Dogma" (8). Studien, die nicht-thermische Wirkungen nachweisen, wurden bei der Grenzwertfestsetzung nicht berücksichtigt (9). Die geltenden nur -thermischen Grenzwerte schützen nicht vor den biologischen nicht-thermischen Wirkungen der Strahlung. Sie haben mit der Biologie des Menschen nichts zu tun. Im Deutschen Mobilfunkforschungsprogramm wird dazuhin zugegeben, dass es für Endgeräte gar keine Schutzvorschriften gibt:

"Grundlage dieser Empfehlungen sind die wissenschaftlich nachgewiesenen (die nicht-thermischen Wirkungen gelten nach Auffassung der Bundesregierung als nicht nachgewiesen, Anm. DF) gesundheitsrelevanten biologischen Wirkungen, die durch eine Einwirkung hochfrequenter Felder ausgelöst werden können. Die in der Verordnung festgelegten Grenzwerte gelten auch für die Sendeanlagen von Rundfunk, Fernsehen und Mobilfunk. **Die Handys (Mobilfunk-Endgeräte) sind dagegen in der 26. BImSchV nicht berücksichtigt.**" (10)

Einmalig für ein Industrieprodukt: es gibt keine Schutzvorschriften. Für 50 Milliarden Euro UMTS - Lizenzgebühren wurde von der Bundesregierung die Gesundheit verkauft. Sie hat sich im Gegenzug zur kritiklosen Förderung dieser Technologie verpflichtet. Die Bemühungen der Bundesregierung, dieser Förderungspflicht immer wieder durch eine Verharmlosung der Forschungsergebnisse nachzukommen, analysieren aktuell der Jurist B.I. Budzinski und Prof. Dr. Hutter (Med. Uni Wien) in dem Artikel "Mobilfunkschäden Ansichtssache?" in der NVwZ 7/2014.

Die Forschungsergebnisse von Yakymenko et al. zeigen, wie schutzlos die Nutzer um des Profits Willen der Strahlung ausgesetzt werden. Die Zeit der Leugnung nicht-thermischer Wirkungen und der Relativierung des Forschungsstandes zum Schutz der Industrieinteressen muss ein Ende haben. Diagnose-Funk e.V. wird die Behörden mit diesen Studienergebnissen konfrontieren und die Wende zu einer Vorsorgepolitik einfordern, wofür auch die Forschergruppe am Ende des Editorials plädiert.

P.S. In angelsächsischen, insbesondere amerikanischen, Medien gibt das *Editorial* meist dezidiert die Meinung der Herausgeber oder der Chefredaktion wieder.

## Anmerkungen:

(1) "Zu den intrinsischen Mutagenen zählen beispielsweise freie Radikale (z.B. reaktive Sauerstoffspezies, ROS)." Definition in: Jacobi / Partovi, Molekulare Zellbiologie, 2011, S.56.

Oxidativer Stress entsteht, wenn oxidative Vorgänge durch freie Radikale (z.B. Wasserstoffperoxid) die Fähigkeit der antioxidativen Prozesse zur Neutralisation übersteigen und das Gleichgewicht zugunsten der Oxidation verschoben wird. Verschiedene Schädigungen in den Zellen können hervorgehoben werden, z.B. Oxidation von ungesättigten Fettsäuren, Proteinen und DNA.

(2) ROS: Reaktive Sauerstoffspezies / Reaktive Oxygen Species: Die hohe Reaktivität entsteht durch die instabile Elektro-

nenkonfiguration der Radikale. Sie extrahieren schnell Elektronen aus anderen Molekülen, die dann selbst zu freien Radikalen werden. So wird eine Kettenreaktion ausgelöst und Zellschädigungen durch oxidativen Stress verursacht. Zu den ROS gehören Superoxide, Peroxide und Hydroxylradikale.

(3) Overproduction of free radical species in embryonal cells exposed to low intensity radiofrequency radiation. Burlaka A, Tsybulin O, Sidorik E, Lukin S, Polishuk V, Tsehmistrenko S, Yakymenko I; Exp Oncol 2013; 35 (3): 219 - 225

GSM 900 MHz cellular phone radiation can either stimulate or depress early embryogenesis in Japanese quails depending on the duration of exposure. Tsybulin O, Sidorik E, Brieieva O, Buchynska L, Kyrylenko S, Henshel D, Yakymenko I; Int J Radiat Biol 2013; 89 (9): 756 - 763

GSM 900 MHz microwave radiation affects embryo development of Japanese quails. Tsybulin O, Sidorik E, Kyrylenko S, Henshel D, Yakymenko I; Electromagn Biol Med 2012; 31 (1): 75 - 86

(4) siehe dazu die Berichte über den neuesten Stand der Forschung im Diagnose-Funk Info "Kompakt" Ausgabe 11/12-2013, Download auf [www.diagnose-funk.de](http://www.diagnose-funk.de)

(5) "Radiofrequency Toolkit for Environmental Health Practitioners", 2013, S. 272

[http://www.bccdc.ca/NR/rdonlyres/9AE4404B-67FF-411E-81B1-4DB75846BF2F/0/RadiofrequencyToolkit\\_v4\\_06132013.pdf](http://www.bccdc.ca/NR/rdonlyres/9AE4404B-67FF-411E-81B1-4DB75846BF2F/0/RadiofrequencyToolkit_v4_06132013.pdf)

(6) "Steigende Burn-out"-Inzidenz durch technisch erzeugte magnetische und elektromagnetische Felder des Mobil- und Kommunikationsfunks", Ulrich Warnke und Peter Hensinger, umwelt - medizin - gesellschaft | 26 | 1/2013, Download auf [www.mobilfunkstudien.de](http://www.mobilfunkstudien.de)

(7) Im Diagnose-Funk Studienreport 2012/13 wird dieser Forschungsstand zum Wirkmechanismus ROS dokumentiert; S. 7 ff; Download von <http://mobilfunkstudien.de/studienreport/index.php>

(8) siehe dazu den Diagnose-Funk Brennpunkt zum thermischen Dogma: "Kann die nicht-ionisierende Strahlung des Mobilfunks Zellen schädigen?"

(9) In der deutschen Übersetzung der ICNIRP-Richtlinien heißt es dazu:

"Generell gilt, dass die Literatur über nichtthermische Auswirkungen von elektromagnetischen AM-Feldern so komplex ist, die aufgezeigten Wirkungen so wenig gesichert sind und die Relevanz für die Gesundheit des Menschen so unsicher ist, dass es unmöglich ist, diese Gesamtheit an Daten als Grundlage für die Festsetzung von Grenzwerten für die Exposition des Menschen heranzuziehen." (S. 74)

(10) "Deutsches Mobilfunkforschungsprogramm", 2006, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Referat Öffentlichkeitsarbeit, S.9

## EDITORIAL

# Mikrowellenstrahlung niedriger Intensität: ein neues Oxidationsmittel für lebende Zellen

Igor Yakymenko<sup>1</sup>, Evgeniy Sidorik<sup>1</sup>, Diane Henshel<sup>2</sup>, Sergiy Kyrylenko<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Institut für experimentelle Pathologie, Onkologie und Radiobiologie, Kiew, Ukraine

<sup>2</sup> School of Public and Environmental Affairs, Indiana University Bloomington, Vereinigte Staaten

<sup>3</sup> Fakultät für strukturelle und funktionale Biologie, Universität von Campinas, Brasilien

**Erhalten** 12. März, 2014; **Angenommen** 24. März, 2014; **Veröffentlicht online am** 29. März, 2014 ;  
**DOI** 10.5455/oams.240314.ed.002

**Korrespondenz:** Igor Yakymenko, Vasylkivska 45, Kiew, 03022 Ukraine.  
yakymenko@btsau.net.ua

**Schlüsselwörter** Krebs, Elektrohypersensibilität, oxidativer Stress, Mikrowellenstrahlung

**Deutsche Übersetzung** für Diagnose-Funk e.V. von Reinhard Tillack. Es gilt der englische Originaltext; er steht auf [www.mobilfunkstudien.de](http://www.mobilfunkstudien.de) zum Download und auf: <http://www.scopemed.org/fulltextpdf.php?mno=154583>

Mikrowellenstrahlung, d. h. elektromagnetische Wellen, die von unseren Handys und WLAN-Geräten ausgesendet werden, werden als nicht-ionisierend bezeichnet. Das bedeutet Folgendes: Im Gegensatz zu ionisierender Strahlung, die die Ionisierung von Wasser und biologisch wichtigen Makromolekülen auslöst, ist die Mikrowellenstrahlung zu solchen Wirkungen nicht in der Lage. Im Gegensatz beispielsweise zu Röntgenstrahlen ist die Energie von Mikrowellenstrahlung nicht stark genug, um Elektronen aus Molekülen herauszulösen. Ist Mikrowellenstrahlung deshalb völlig ungefährlich für die öffentliche Gesundheit? Traditionell haben die Industrie und staatliche Stellen diese Frage mit einem Ja beantwortet. Neue Forschungsdaten führen jedoch zu einer Änderung dieser Sichtweise.

Oxidativer Stress ist ein ausgelöstes Ungleichgewicht zwischen pro-oxidanten und anti-oxidanten Systemen, dies führt zu oxidativer Schädigung von Proteinen, Lipiden und der DNA. Es steht in enger Verbindung mit der Überproduktion reaktiver Sauerstoffspezies (ROS) in lebenden Zellen [1]. Die Vorstellung, dass Mikrowellenstrahlung niedriger Intensität deutlichen oxidativen Stress in lebenden Zellen hervorrufen kann, ist über viele Jahre angezweifelt worden. Die Logik ist einfach: Da elektromagnetische Wellen im Mikrowellenspektrum nicht dazu in der Lage sind, Moleküle zu ionisieren, können sie in lebendigem Gewebe keinen Schaden anrichten. In den letzten Jahrzehnten lenkte jedoch eine weltweite Zunah-

me bei der Verbreitung drahtloser Kommunikationssysteme, einschließlich Mobilfunk und WLAN, eine breite Aufmerksamkeit auf mögliche biologische Auswirkungen von Mikrowellenstrahlung niedriger Intensität.

Infolge dessen zeigten jüngste epidemiologische Studien, entgegen vorheriger Erwartungen, eine deutliche Zunahme beim Auftreten verschiedener Tumorarten unter den langfristigen und „starken“ Nutzern von Handys. Dazu gehören Hirntumore [2, 3], Akustikusneurinome [4, 5], Tumore der Ohrspeicheldrüse [6], Seminome [7], Melanome [8] und Lymphome [9]. In ähnlicher Weise wurde auch von einer Zunahme von Tumorfällen bei Menschen berichtet, die in der Nähe von Mobilfunkbasisstationen wohnen [10, 11]. Auf dieser Grundlage stufte die Weltgesundheitsorganisation / Internationale Agentur für Krebsforschung (IARC) in 2011 die Mikrowellenstrahlung als möglicherweise krebserregend für Menschen ein [12].

Außerdem wurde ein neues medizinisches Leiden beschrieben, bei dem Betroffene aufgrund der Exposition durch Mikrowellenstrahlung leiden. Gewöhnlich leiden diese Betroffenen unter Symptomen, die mit der Haut und Schleimhaut zusammen hängen (Jucken, Brennen, Schmerzen, Hitzeempfindungen) oder es gibt Störungen von Herz und Nervensystem nach der Exposition durch Computermonitoren, Handys und anderen elektromagnetischen Geräten [13]. Diese Krankheit nimmt ständig zu:

Waren es in 1985 noch 0,06 % der Gesamtbevölkerung, so fallen mittlerweile sage und schreibe 9 – 11 % der Bevölkerung Europas in diese Kategorie [14].

Eine Reihe von experimentellen Studien zeigt Auswirkungen auf den Stoffwechsel, die durch Mikrowellenstrahlung niedriger Intensität ausgelöst werden [15-17]. Trotz der nicht-ionisierenden Eigenschaft von Mikrowellenstrahlung wurden tiefgreifende mutagene Auswirkungen und Merkmale von deutlichem oxidativem Stress in lebenden Zellen festgestellt, die Mikrowellenstrahlung niedriger Intensität ausgesetzt waren. Dabei wurden verschiedene biologische Modelle verwendet [18, 19]. Einige Studienberichte zeigen jedoch immer noch keine biologischen Auswirkungen [20]. Um das Gesamtbild zu klären, analysierten wir fachlich überprüfte Veröffentlichungen zu oxidativen Wirkungen von Mikrowellenstrahlung und fanden insgesamt 80 aktuell verfügbare Studienberichte, von denen ein bemerkenswerter Anteil, nämlich 76 Berichte (92,5 %) von der Entdeckung von oxidativem Stress berichteten. Zu diesen Wirkungen gehörten am häufigsten die Überproduktion von ROS, Lipidperoxidation, erhöhte Malondialdehydkonzentration, Proteinperoxidation, erhöhte Konzentration von Stickstoffmonoxid (NO) und Veränderungen bei der Aktivität von antioxidanten Enzymen [21-26]. Einige Berichte weisen auf die Rolle bestimmter ROS und der mit ROS zusammenhängenden Signalwege hin. Es wurde beispielsweise gezeigt, dass mitochondriale Signalwege der Superoxid-/ROS-Erzeugung in lebenden Zellen während der Exposition gegenüber Mikrowellenstrahlung niedriger Intensität aktiviert werden [17, 27]. Bedeutend ist, dass eine nicht-phagozyte NADH-Oxidase, eine bekannte Quelle von ROS, in bedeutsamer Weise aktiviert wurde, und zwar nur wenige Minuten nach der Exposition gegenüber Mikrowellenstrahlung niedriger Intensität [16]. Darüber hinaus wurde bereits vor vielen Jahren eine Möglichkeit der mechanochemischen Störung von Wassermolekülclustern mit der Herauslösung von Wassermolekülen aufgrund von Mikrowellenexposition niedriger Intensität gezeigt [28].

Unerwarteter Weise wurde ein starker nicht-thermischer Charakter bei den biologischen Wirkungen von Mikrowellenstrahlung festgestellt. Es wurde gezeigt, dass bereits eine Intensität der Mikrowellenstrahlung von nur  $0,1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  und eine absorbierte Energie (spezifische Absorptionsrate, SAR) von  $0,3 \mu\text{W}/\text{kg}$  wirksam war, um deutlichen oxidativen Stress in lebenden Zellen auszulösen [27, 29]. Diese Beobachtung ist besonders wichtig, da die modernen internationalen Sicherheitsgrenzwerte für die Exposition gegenüber Mikrowellenstrahlung nur auf den thermischen Wirkungen der Strahlung beruhen und die Intensität dieser Strahlung nur auf  $450\text{-}1000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  und den SAR-Wert auf  $2 \text{W}/\text{kg}$  begrenzen [30]. Darüber hinaus konnten Studien, bei denen thermische Intensitäten der Mikrowellenstrahlung verwendet wurden, keine oxidativen Wirkungen feststellen [31-33], was möglicherweise für eine Vielfalt molekularer Aktionsmechanismen spricht, die bei unterschiedlichen Strahlungsintensitäten ausgelöst werden.

Es lässt sich erkennen, dass viele Studien die Wirksamkeit verschiedener Antioxidantien gezeigt haben, um den durch die Exposition gegenüber Mikrowellenstrahlung ausgelösten oxidativen Stress umzukehren. Von solchen Wirkungen wurde

bei Melatonin [34-37], den Vitaminen E und C [24, 38], Kaffeesäurephenylethylester [36], Selenium und L-Carnitin [39] sowie Knoblauchextrakt [40] berichtet.

Es ist immer noch eine Frage, wie Mikrowellenstrahlung niedriger Intensität das Superoxid erzeugende Enzym NADH-Oxidase oder deutlich erhöhte Konzentrationen von Stickstoffmonoxid in einer Zelle (z. B. möglicherweise durch die Aktivierung von Stickstoffmonoxidsynthase) aktivieren konnte. Was man aber gegenwärtig versteht ist, dass deutlich bedeutende erhöhte Konzentrationen von ROS in lebenden Zellen, die durch Mikrowellenstrahlung niedriger Intensität verursacht werden, zu mutagenen Wirkungen durch deutliche oxidative Schädigung der DNA führen könnten [17, 27, 41]. Es ist heute auch gut dokumentiert, dass in biologischen Systemen Oxidationsmittel nicht zwangsläufig immer die Auslöser oxidativer Schäden sind und dass Oxidationsmittel, wie beispielsweise  $\text{H}_2\text{O}_2$  in der Tat als Signalüberbringer dienen könnten und mehrere Aspekte der Signalübertragung in den Zellen bewirken könnten [42]. Das führt zur Hypothese, dass die Überproduktion von ROS / freien Radikalen-Spezies in lebenden Zellen bei Exposition gegenüber Mikrowellenstrahlung niedriger Intensität zu Störungen in den Signalkaskaden der Zellen führen kann, was wiederum zu verschiedenen krankhaften Veränderungen führen kann.

Was auch immer die jeweiligen ersten molekularen Mechanismen sind, ist es deutlich, dass die erhebliche Überproduktion von ROS in lebenden Zellen bei Exposition gegenüber Mikrowellenstrahlung niedriger Intensität ein breites Spektrum von Gesundheitsproblemen und Krankheiten verursachen könnte, einschließlich Krebs bei Menschen. Dies erfordert ohne Zweifel weitere intensive Forschung in diesem Gebiet sowie einen Vorsorgeansatz bei der routinemäßigen Nutzung drahtloser Geräte.

#### INTERESSENKONFLIKTE

Die Autoren berichten, dass es keine Interessenskonflikte gibt.

## Referenzen:

1. Halliwell B. Biochemistry of oxidative stress. *Biochem Soc Trans* 2007; 35:1147-50.
2. Hardell L, Carlberg M, Soderqvist F, Mild KH, Morgan LL. Long-term use of cellular phones and brain tumours: increased risk associated with use for > or =10 years. *Occup Environ Med* 2007; 64:626-32.
3. Hardell L, Carlberg M. Mobile phones, cordless phones and the risk for brain tumours. *Int J Oncol* 2009; 35:5-17.
4. Hardell L, Carlberg M, Hansson Mild K. Case-control study on cellular and cordless telephones and the risk for acoustic neuroma or meningioma in patients diagnosed 2000-2003. *Neuroepidemiology* 2005; 25:120-8.
5. Sato Y, Akiba S, Kubo O, Yamaguchi N. A case-case study of mobile phone use and acoustic neuroma risk in Japan. *Bioelectromagnetics* 2011; 32:85-93.
6. Sadetzki S, Chetrit A, Jarus-Hakak A, Cardis E, Deutch Y, Duvdevani S, Zultan A, Novikov I, Freedman L, Wolf M. Cellular phone use and risk of benign and malignant parotid gland tumors--a nationwide case-control study. *Am J Epidemiol* 2008; 167:457-67.
7. Hardell L, Carlberg M, Ohlson CG, Westberg H, Eriksson M, Hansson Mild K. Use of cellular and cordless telephones and risk of testicular cancer. *Int J Androl* 2007; 30:115-22.
8. Hardell L, Carlberg M, Hansson Mild K, Eriksson M. Case-control study on the use of mobile and cordless phones and the risk for malignant melanoma in the head and neck region. *Pathophysiology* 2011; 18:325-33.
9. Hardell L, Eriksson M, Carlberg M, Sundstrom C, Mild KH. Use of cellular or cordless telephones and the risk for non-Hodgkin's lymphoma. *Int Arch Occup Environ Health* 2005; 78:625-32.
10. Eger H, Hagen K, Lucas B, Vogel P, Voit H. The influence of being physically near to a cell phone transmission mast on the incidence of cancer. *Umwelt Medizin Gesellschaft* 2004; 4:1-7.
11. Wolf R, Wolf D. Increased incidence of cancer near a cell-phone transmitted station. In: Columbus F (ed) *Trends in Cancer Prevention*, Nova Science Publishers, New York, NY, pp 1-8, 2007.
12. Baan R, Grosse Y, Lauby-Secretan B, El Ghissassi F, Bouvard V, Benbrahim-Tallaa L, Guha N, Islami F, Galichet L, Straif K; WHO International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group. Carcinogenicity of radiofrequency electromagnetic fields. *Lancet Oncol* 2011; 12:624-6.
13. Johansson O. Electrohypersensitivity: state-of-the-art of a functional impairment. *Electromagn Biol Med* 2006; 25:245-58.
14. Hallberg O, Oberfeld G. Letter to the editor: will we all become electrosensitive? *Electromagn Biol Med* 2006; 25:189-91.
15. Volkow ND, Tomasi D, Wang GJ, Vaska P, Fowler JS, Telang F, Alexoff D, Logan J, Wong C. Effects of cell phone radiofrequency signal exposure on brain glucose metabolism. *JAMA* 2011; 305:808-13.
16. Friedman J, Kraus S, Hauptman Y, Schiff Y, Seeger R. Mechanism of short-term ERK activation by electromagnetic fields at mobile phone frequencies. *Biochem J* 2007; 405:559-68.
17. De Iuliis GN, Newey RJ, King BV, Aitken RJ. Mobile phone radiation induces reactive oxygen species production and DNA damage in human spermatozoa in vitro. *PLoS One* 2009; 4:e6446.
18. Ruediger HW. Genotoxic effects of radiofrequency electromagnetic fields. *Pathophysiology* 2009; 16:89-102.
19. Yakymenko I, Sidorik E, Kyrylenko S, Chekhun V. Long-term exposure to microwave radiation provokes cancer growth: evidences from radars and mobile communication systems. *Exp Oncol* 2011; 33:62-70.
20. Demirel S, Doganay S, Turkoz Y, Dogan Z, Turan B, Firat PG. Effects of third generation mobile phone-emitted electromagnetic radiation on oxidative stress parameters in eye tissue and blood of rats. *Cutan Ocul Toxicol* 2012; 31:89-94.
21. Ozgur E, Guler G, Seyhan N. Mobile phone radiation-induced free radical damage in the liver is inhibited by the antioxidants N-acetyl cysteine and epigallocatechin-gallate. *Int J Radiat Biol* 2010; 86:935-45.
22. Bilgici B, Akar A, Avci B, Tuncel OK. Effect of 900 MHz radiofrequency radiation on oxidative stress in rat brain and serum. *Electromagn Biol Med* 2013; 32:20-9.
23. Deshmukh PS, Banerjee BD, Abegaonkar MP, Megha K, Ahmed RS, Tripathi AK, Mediratta PK. Effect of low level microwave radiation exposure on cognitive function and oxidative stress in rats. *Indian J Biochem Biophys* 2013; 50:114-9.
24. Jelodar G, Nazifi S, Akbari A. 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. *Electromagn Biol Med* 2013; 32:409-16.
25. Megha K, Deshmukh PS, Banerjee BD, Tripathi AK, Abegaonkar MP. Microwave radiation induced oxidative stress, cognitive impairment and inflammation in brain of Fischer rats. *Indian J Exp Biol* 2012; 50:889-96.
26. Ni S, Yu Y, Zhang Y, Wu W, Lai K, Yao K. Study of oxidative stress in human lens epithelial cells exposed to 1.8 GHz radiofrequency fields. *PLoS One* 2013; 8:e72370.
27. Burlaka A, Tsybulin O, Sidorik E, Lukin S, Polishuk V, Tsehmistrenko S, Yakymenko I. Overproduction of free radical species in embryonal cells exposed to low intensity radiofrequency radiation. *Exp Oncol* 2013; 35:219-25.

28. Vaks VL, Domrachev GA, Rodygin YL, Selivanovskii DA, Spivak EI. Dissociation of water by microwave radiation. *Radiophys Quantum Electron* 1994; 37:85-8
29. Oksay T, Naziroglu M, Dogan S, Guzel A, Gumral N, Kosar PA. Protective effects of melatonin against oxidative injury in rat testis induced by wireless (2.45 GHz) devices. *Andrologia* 2014; 46:65-72.
30. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. *Health Phys* 1998; 74:494-522.
31. Luukkonen J, Hakulinen P, Maki-Paakkanen J, Juutilainen J, Naarala J. Enhancement of chemically induced reactive oxygen species production and DNA damage in human SH-SY5Y neuroblastoma cells by 872 MHz radio-frequency radiation. *Mutat Res* 2009; 662:54-8.
32. Hong MN, Kim BC, Ko YG, Lee YS, Hong SC, Kim T, Pack JK, Choi HD, Kim N, Lee JS. Effects of 837 and 1950 MHz radiofrequency radiation exposure alone or combined on oxidative stress in MCF10A cells. *Bioelectromagnetics* 2012; 33:604-11.
33. Kang KA, Lee HC, Lee JJ, Hong MN, Park MJ, Lee YS, Choi HD, Kim N, Ko YG, Lee JS. Effects of combined radiofrequency radiation exposure on levels of reactive oxygen species in neuronal cells. *J Radiat Res* 2014; 55:265-76.
34. Oktem F, Ozguner F, Mollaoglu H, Koyu A, Uz E. Oxidative damage in the kidney induced by 900-MHz-emitted mobile phone: protection by melatonin. *Arch Med Res* 2005; 36:350-5.
35. Ayata A, Mollaoglu H, Yilmaz HR, Akturk O, Ozguner F, Altuntas I. Oxidative stress-mediated skin damage in an experimental mobile phone model can be prevented by melatonin. *J Dermatol* 2004; 31:878-83.
36. Ozguner F, Bardak Y, Comlekci S. Protective effects of melatonin and caffeic acid phenethyl ester against retinal oxidative stress in long-term use of mobile phone: a comparative study. *Mol Cell Biochem* 2006; 282:83-8.
37. Sokolovic D, Djindjic B, Nikolic J, Bjelakovic G, Pavlovic D, Kocic G, Krstic D, Cvetkovic T, Pavlovic V. Melatonin reduces oxidative stress induced by chronic exposure of microwave radiation from mobile phones in rat brain. *J Radiat Res (Tokyo)* 2008; 49:579-86.
38. Oral B, Guney M, Ozguner F, Karahan N, Mungan T, Comlekci S, Cesur G. Endometrial apoptosis induced by a 900-MHz mobile phone: preventive effects of vitamins E and C. *Adv Ther* 2006; 23:957-73.
39. Turker Y, Naziroglu M, Gumral N, Celik O, Saygin M, Comlekci S, Flores-Arce M. Selenium and L-carnitine reduce oxidative stress in the heart of rat induced by 2.45-GHz radiation from wireless devices. *Biol Trace Elem Res* 2011; 143:1640-50.
40. Avci B, Akar A, Bilgici B, Tuncel OK. Oxidative stress induced by 1.8 GHz radio frequency electromagnetic radiation and effects of garlic extract in rats. *Int J Radiat Biol* 2012; 88:799-805.
41. Guler G, Tomruk A, Ozgur E, Sahin D, Sepici A, Altan N, Seyhan N. The effect of radiofrequency radiation on DNA and lipid damage in female and male infant rabbits. *Int J Radiat Biol* 2012; 88:367-73.
42. Stone JR, Yang S. Hydrogen peroxide: a signaling messenger. *Antioxid Redox Signal* 2006; 8:243-70.

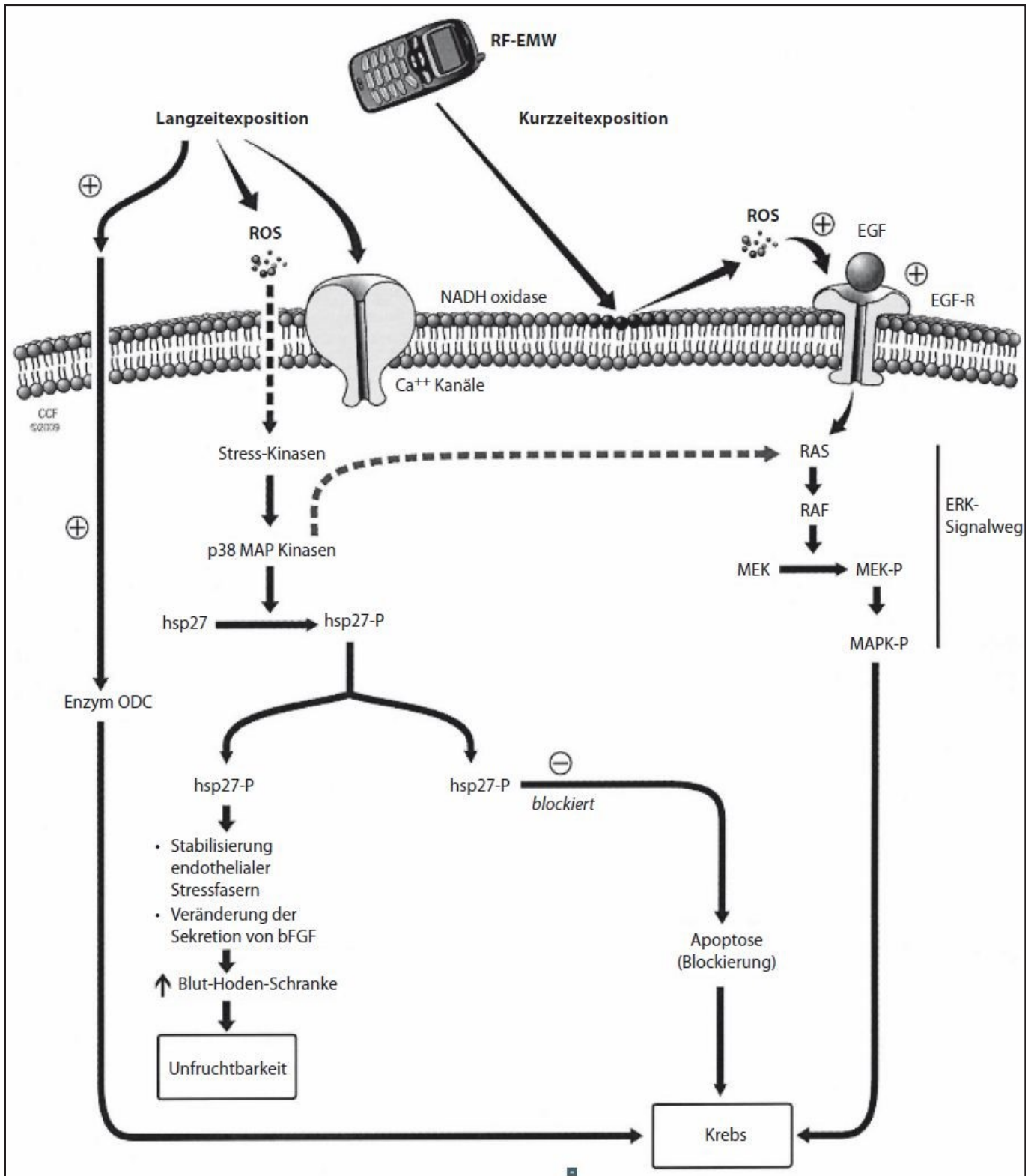
## Impressum

Diagnose-Funk Schweiz  
Heinrichsgasse 20  
CH - 4055 Basel  
kontakt@diagnose-funk.ch

Diagnose-Funk e.V.  
Postfach 15 04 48  
D - 70076 Stuttgart  
kontakt@diagnose-funk.de

[www.diagnose-funk.org](http://www.diagnose-funk.org) | [www.mobilfunkstudien.org](http://www.mobilfunkstudien.org)

Die Grafik auf Seite 7 stellt eine Zellkaskade dar. Die Handystrahlung generiert ROS, das wiederum zu der dargestellten Kaskade führt. Die Grafik stammt aus dem Artikel von Desai et al.: „Pathophysiologie der Mobilfunkstrahlung: Oxidativer Stress und Karzinogenese mit dem Studienschwerpunkt auf dem männlichen Fortpflanzungssystem,“ erschienen in *Umwelt-Medizin-Gesellschaft* 3/2010. Der Artikel kann von [www.mobilfunkstudien.de](http://www.mobilfunkstudien.de) heruntergeladen werden.

**Wirkmechanismus:****Angriffspunkte auf Zellebene für die elektromagnetischen Wellen im Bereich der Funkfrequenzen (RF-EMW).**

Akute (kurzzeitige) Exposition gegenüber elektromagnetischen Funkwellen kann die NADH-Oxidase in der Plasmamembran anregen, was die Bildung von reaktiven Sauerstoffspezies (ROS) steigern kann. Eine Zunahme der ROS kann den Rezeptor des endothelialen Wachstumsfaktors (EGF) anregen, was wiederum den Weg der extrazellulären signalgesteuerten Kinase (ERK) aktivieren kann. Der Weg der ERK beinhaltet die darauf folgende Aktivierung der Ras- und Raf-Proteine und der mitogenaktivierten Proteinkinase (MAPK). Der Weg der MAPK spielt eine Rolle bei der Förderung von Tumoren. Chronische Exposition gegenüber reaktiven Sauerstoffspezies (ROS) kann verschiedene Stress-Kinasen aktivieren (p38 MAP-Kinase). Die Aktivierung der p38-MAP-Kinase kann den Weg der ERK anregen und auch zur Phosphorylierung von Hitzeschockproteinen (Hsp) führen, was die Apoptose hemmt. Die Hemmung der Apoptose könnte die Krebsentstehung fördern, indem das Überleben von Zellen mit beschädigter DNA verlängert wird. Hitzeschockproteine stabilisieren auch die endothelialen Stressfasern (endothelial stress fibers) und verändern das Ausscheiden von bFGF. Dies kann zu einer Erhöhung der Durchlässigkeit der Blut-Hoden-Schranke führen und zu Unfruchtbarkeit führen. Elektromagnetische Funkwellen können auch Krebs fördern, indem sie die ornithine Decarboxylase (ODC) anregen, ein Enzym, das beim Weg der Polyaminsynthese die Entstehungsquote drosselt, und auch indem sie in die Kalziumkanäle in der Plasmamembran eingreifen.

## Veröffentlichungen von Diagnose-Funk 2012 / 2013

Mit den aufgeführten Veröffentlichungen setzt Diagnose-Funk kritische Bürger in die Lage, die Auseinandersetzung mit Industrie und den Behörden auf Grundlage abgesicherter Tatsachen zu führen. Alle Veröffentlichungen können auch in Druckform über unseren Versand bestellt werden. Die Bestellnummern finden Sie in Klammern beigefügt.

Zur aktuellen Information wird der Newsletter „kompakt“ zweimonatlich herausgegeben und seit Herbst 2011 der Internetnewsblog <http://blog.diagnose-funk.org/> mit täglichen Informationen. Weitere umfangreiche Informationen finden sich auf unseren Webseiten

[www.diagnose-funk.org](http://www.diagnose-funk.org) und [www.mobilfunkstudien.org](http://www.mobilfunkstudien.org)

### Gesamtüberblicke

Ratgeber Elektrosmog Heft 1: **Elektrosmog im Alltag**. Was E-Smog verursacht. Anregungen zur Minimierung - Was jeder selbst tun kann. Komplett überarbeitete Neuauflage 2013 [101]



Tagungsband: **Digitale Medien - Faszination mit Nebenwirkungen**, 60 Seiten mit Reden und Tagungsmaterialien des Kongresses am 12.10.2013 in Stuttgart [607]

Rede: **Über die Digitalisierung des Natürlichen**; gehalten auf dem Kongress 2013 von Peter Hensinger; aktuelle Positionierung von Diagnose-Funk e.V. ; enthalten im Tagungsband [607]

**Smartphone & Tablet** - Hype, WLAN Hot Spots & Mobilfunkmasten - ein Gesundheitsrisiko?

Rede von Peter Hensinger, Vorstandsmitglied von Diagnose-Funk, über den **Stand der Mobilfunkdiskussion** auf einer Veranstaltung der GRÜNEN in Emmendingen am 15.07.2013 [Kompakt 7/8-2013]

### Mobilfunkversorgung

Ratgeber Elektrosmog 5: **Kommunale Handlungsfelder**, 2012 [105]



Brennpunkt: **Mobil und risikoarm kommunizieren**, 2012; stellt alternative Versorgungsmodelle dar, die zur Strahlungsminimierung führen [219]

**Schwerwiegende Argumente gegen den Bau eines Mobilfunkmasten**, Zusammenstellung wichtiger offizieller Dokumente, 2012. [nur Online]

Brennpunkt: **Internetversorgung für ländliche Gebiete** ohne Gefährdung der Gesundheit durch Mikrowellen - Funk - Technologien, 2013 [220]

Brennpunkt: **LTE erhöht massiv die Strahlenbelastung**, 2013 [218]

### WLAN

Brennpunkt: **Tablet-PCs und andere WLAN-Geräte**: Ein Bildungs- und Gesundheitsrisiko für Kinder und Jugendliche, 2013; Über die sozialpsychologischen Auswirkungen; enthält einen Forschungsüberblick zu Gesundheitsschädlichkeit von WLAN [223]

### Auswirkungen von EMF auf Tiere

Brennpunkt: **Bienen können elektrische Felder fühlen**: Interview mit Dr. Ulrich Warneke zur Berliner Bienen-Studie, 2013; stellt Forschungen zu Wirkungen von EMF auf Tiere dar [222]



### Grenzwerte

Diagnose-Funk - **Stellungnahme zur Verbändeanhörung zur Novellierung der Grenzwerte** (26. BImSchV) , Dez. 2012 [nur Online]

Brennpunkt: **Das thermische Dogma**: Anmerkungen zu einem Artikel in der ZEIT Kann die nicht-ionisierende Strahlung des Mobilfunks Zellen schädigen? 2012 [214]

### Kritik am Strahlenschutz

Brennpunkt: **Vom Elend des deutschen Strahlenschutzes**, 2012 [nur Online]

Brennpunkt: **Deutsche Strahlenschutzgremien versuchen Abgeordnete zu manipulieren**. Kritik am 5. Mobilfunk-Bericht der Bundesregierung, 2013 [221]

Artikel: **Über die suggestive Wirkung des relativierenden Journalismus der ZEIT**; Anmerkungen zu dem Artikel „Der unsichtbare Feind. Verstrahlt. Wir leben inmitten von elektromagnetischen Feldern. Das macht vielen Menschen Angst. Alles Einbildung? Wissenschaftliche Studien liefern dazu überraschende Erkenntnisse“, in der ZEIT vom 22.08.2013. [Erschienen in Kompakt 7/8-2013]



### Forschung

Brennpunkt: **Mobilfunk-Nutzung fördert Stress und Burn-Out**, Februar 2013 [217]

Brennpunkt: **Elektromagnetische Hypersensibilität: Tatsache oder Einbildung?** Übersetzung des Forschungsberichtes von Stephen J. Genuis, Christopher T. Lipp, 2012 [215]

Dokumentation: **Biolnitiative Report: Zusammenfassung für die Öffentlichkeit**, 2013; Übersetzung der Zusammenfassung [553]