

## 130 Studienergebnisse

# Smartphones & Tablets schädigen Hoden, Spermien und Embryos

Smartphones und TabletPCs nicht körpernah nutzen, sich an die Abstandsempfehlungen der Hersteller halten, diese Hinweise veröffentlichte das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) schon mehrmals auf seiner Webseite. Zuletzt in einer Pressemitteilung am 15.12.2015.<sup>1</sup> Doch die Presse übernahm diese Warnungen vor strahlenden Weihnachtsgeschenken nicht. Soll man seinen besten Anzeigenkunden aus der Mobilfunk-Industrie mit Negativ-Botschaften in die Quere kommen? Oder gar den eigenen Kunden, die zunehmend mit dem Smartphone auf dem Schoß die Zeitung lesen, erklären, dass die körpernahe Lektüre große Risiken in sich birgt?

Der erneuten Abstandswarnung des BfS, das bisher nicht für seine kritische Einstellung bekannt war, liegt die Kenntnis einer brisanten Studienlage zugrunde. Mit der Studienlage zur Gefährdung der Reproduktionsorgane und damit den Risiken für die Fruchtbarkeit beschäftigt sich dieser Brennpunkt.

Bereits Kinder und Jugendliche nutzen körpernah oft mehr als acht Stunden täglich Mobilfunk-Endgeräte. Apps senden und empfangen nahezu permanent. Dadurch sind die Nutzer ständig nicht-ionisierender Strahlung ausgesetzt. Auch die Industrie warnt in Gebrauchsanweisungen, Endgeräte nicht körpernah, sondern in einer bestimmten Entfernung vom Körper zu tragen. Sie weiß, dass sonst die Grenzwerte erheblich überschritten werden können. So soll z. B. das BlackBerry Torch 9800 vom Bauch schwangerer Frauen und vom Unterbauch von Teenagern 25 mm entfernt sein. Laut der Bedienungsanleitung des iPhone 5 soll man Kopfhörer benutzen und es mindestens 10 mm vom Körper entfernt halten. Für Tablets und Laptops gelten 20 cm Abstand.<sup>2</sup>

Die körpernahe Strahlenbelastung und damit die Risiken werden weiter ansteigen: durch die geplante Digitalisierung und WLANisierung der Kindergärten und Schulen, das „Internet der Dinge“, die Digitalisierung der Autos und durch die allgegenwärtigen WLAN Hotspots. Die Gesundheitsrisiken sind in der Wissenschaft seit Jahrzehnten bekannt.<sup>3</sup>



## Zunehmende Unfruchtbarkeit - ein weltweites Problem

Jedes fünfte Paar in der Schweiz ist heute ungewollt kinderlos und die Statistik geht davon aus, dass 7% aller Männer im Laufe ihres Lebens mit dem Problem der ungewollten Kinderlosigkeit konfrontiert sind. In den vergangenen drei Jahrzehnten hat die durchschnittliche Spermienzahl um mehr als ein Drittel abgenommen. Gleichzeitig haben sich Spermienfunktionen (Anzahl, Beweglichkeit, Form von Spermien in der Samenflüssigkeit), die für die erfolgreiche Befruchtung entscheidend sind, dramatisch verschlechtert. Man geht davon aus, dass 20 Prozent der Männer zwischen 18 und 25 Jahren über eine unnatürlich niedrige Spermienanzahl verfügen. Mobilfunkstrahlung ist eine Ursache dieser Schädigungen, fast jeder ist ihr ausgesetzt. Sie kommt zu vielen Infertilität erzeugenden Umweltgiften dazu, wie z.B. Weichmacher, Pestizide, Wohngifte, belastetes Trinkwasser, Rauchen, Alkohol, Strahlung und Stress (s. Abb. S. 2).<sup>4</sup> Auch besteht der Verdacht, dass die Leistungsfähigkeit der Spermienproduktion schon in der Frühphase der Embryonalentwicklung festgelegt wird und pränatale Belastungen eine Gefahr darstellen.

Die körpernahe Nutzung von Smartphones und Tablets verlagert sich vom Kopf immer mehr in die Nähe der Reproduktionsorgane, nicht zu vernachlässigen ist die Belastung durch WiFi-Spiele. Das Smartphone in der Hosentasche ist durch die Apps fast permanent in Betrieb, ebenso wie das Tablet auf dem Schoß. Auf fast keinem Gebiet ist die Studienlage so umfangreich und eindeutig wie zur Schädigung der Reproduktionsorgane (Hoden, Spermien, Eierstöcke, Embryo). 130 Studien, die pathologische Effekte aufzeigen, liegen vor: 57 zu dem männlichen Organen, 73 zu den weiblichen. 13 systematische Überblicksstudien (Reviews) kommen zu dem Schluss, dass ein hohes Gefährdungspotential vorliegt. In den Tabellen 1 & 2 dokumentieren wir 51 Studien, die bereits in diagnose:funk Studien-Reports und Recherchen besprochen wurden. Sie stehen auf [www.mobilfunkstudien.org](http://www.mobilfunkstudien.org) zum freien Download. Zusätzlich können Studiensummarys fast aller gelisteten Studien im EMF-Portal, der Referenzdatenbank (WHO, Bundesregierung) online nachgelesen werden.

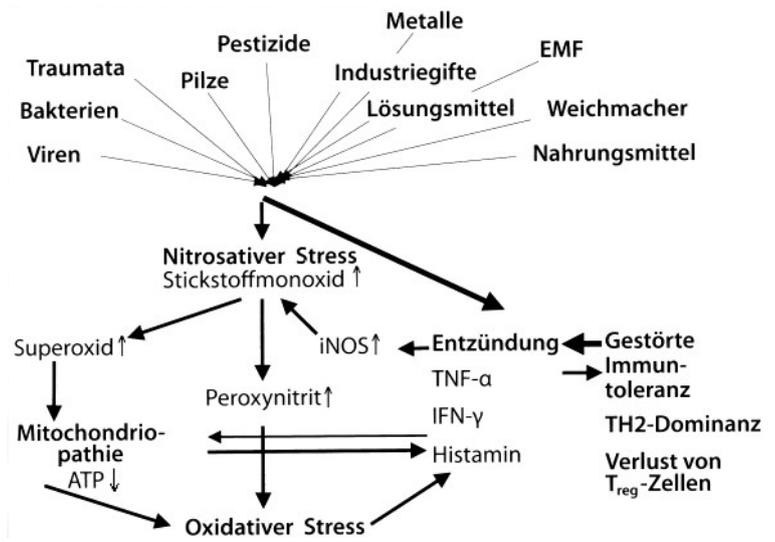


Abb.1: Oxidativer Stress gilt als einer der Hauptschädigungs-Mechanismen. Die Abbildung zeigt die Pathogenese von oxidativem und nitrosativem Stress, Inflammation und Mitochondriopathie als Folge der Einwirkungen von Triggerfaktoren (Abbildung aus *umwelt-medizin-gesellschaft*, 4/2012, von Baehr).

## Hauptergebnisse der Studien zur Hoden- und Spermenschädigung

Im Folgenden ordnen wir die in den Tabellen 1 und 2 (ab S.4) aufgeführten Studien den hauptsächlichen Schädigungen zu. Einzelheiten können den Tabellen entnommen werden. In Tabelle 1 sind die Studien gelistet, die bei diagnose:funk zur Wirkung auf Hoden und Spermien rezensiert wurden:

**Verminderung der Spermienanzahl und Spermienqualität** weisen nach: *Kumar 2014, Li 2010, Meo 2011, Tas 2014*.

**Oxidativer Zellstress.**<sup>5</sup> Der vorherrschende Schädigungs- und Wirkmechanismus für verminderte Anzahl und Qualität, der in den Studien nachgewiesen wird, ist eine Überproduktion von reaktiven Sauerstoffspezies (ROS: Reactive Oxygen Spezies). Die Überproduktion von freien Radikalen führt zu oxidativem Zellstress und Zellschädigungen, u.a. zur Lipidperoxidation (LPO) und zur Schwächung des körpereigenen Abwehrsystems, den Antioxidantien. Dieser grundlegende Mechanismus löst eine Vielzahl von Krankheiten aus. Folgende Studien weisen Schädigungen durch ROS nach: *Agarwal 2009, Al-Damegh 2012, Atasoy 2012, Deluliis 2009, Ghanbari 2013, Jelodar 2013, Kesari 2011&2012, Kumar 2011&2012, Mailankot 2009, Meena 2013, Oksay 2012, Sokolovic 2015*. Einige der folgenden Schädigungen der männlichen Reproduktionsorgane sind auf diesen Mechanismus zurückzuführen.

**DNA-Strangbrüche.** Brüche im Erbgut werden entweder durch die Zelle selbst repariert oder die Zelle durch den programmierten Zelltod (Apoptose) ausgestoßen. Geschieht dies nicht, weil die Strahlung DNA-Reparaturmechanismen hemmt (Belyaev et al. 2009, 2010), oder das Abwehrsystem (Antioxidantien) schwächt, können sie zu mutagenen Veränderungen bis hin zum Krebs führen.<sup>6</sup>

Folgende Studien weisen DNA-Veränderungen und Brüche nach: *Avendano 2012, Deluliis 2009, Gorpichenko 2014, Kumar 2014, Rago 2013*.

**Abnahme der Spermienmotilität (Beweglichkeit).** Bewegliche Spermien sind Voraussetzung für eine erfolgreiche Befruchtung. Schädigungen der Beweglichkeit weisen nach: *Agarwal 2009, Avendano 2012, Ghanbari 2013, Gorpichenko 2014, Lucac 2011*.

**Defekte Spermienköpfe, Veränderung der Morphometrie, Abnahme der Bindungsfähigkeit.** Diese krankhaften Veränderungen wurden nachgewiesen von *Dasdag 2015, Falzone 2011, Kesari 2012*.

**Verminderter Testosteron-Gehalt** wurde nachgewiesen von *Kesari 2012 und Meo 2010*.

## Hauptergebnisse der Studien zur Entwicklung von Embryonen und zur Oogenese

Nicht weniger besorgniserregend als die Gefährdung der Spermien ist die Tatsache, dass die EMF-Strahlung die hochsensiblen Entwicklungsphasen der Embryonen und der Eireifung (Oogenese) stört. Vor allem Forschergruppen in Griechenland haben dies untersucht. So berichtete die griechische Forschergruppe um Professor I. Magras (Aristotle University of Thessaloniki, Greece) bereits 1997:

„In den letzten zwanzig (!) Jahren wurde eine Reihe von vergleichenden Experimenten an verschiedenen Versuchstieren (Mäuse, Ratten, Wachteln und Hühner) durchgeführt, um die Empfindlichkeit ihrer Embryos gegenüber hochfrequenter Strahlung zu dokumentieren...Zwölf Mauspaare wurden in diesem Feldversuch so stationiert, dass die Strahlenpegel an den einzelnen Orten unterschiedlich waren (168 - 1053 nW/cm<sup>2</sup>) und dabei fünf aufeinanderfolgende Verpaarungen untersucht werden konnten. ...Es war zu beobachten, dass die Anzahl der Neugeborenen pro Muttertier fortlaufend abnahm und zum Schluss war der Fruchtbarkeitsverlust irreversibel. Diese Ergebnisse gaben deutliche Hinweise darauf, dass

hochfrequente Strahlenquellen embryotoxisch wirken können...Die hohe Empfindlichkeit der Mäuse-, Ratten-, Hühner- und Wachtelembryos gegenüber schwacher Mikrowellenstrahlung ist ein deutlicher Hinweis auf die entsprechend hohe Empfindlichkeit der Embryos von höheren Säugetieren einschließlich Menschen, da sie Ähnlichkeiten in den Anfangsstadien ihrer vorgeburtlichen Entwicklung aufweisen.“<sup>8</sup>

## Zelltod durch Bestrahlung: Absterbende Fliegenier

Mädchen werden schon mit allen Eizellen geboren. Von der Geburt bis zur Pubertät ruhen sie in den Eierstöcken. Diese Eizellen können also ab ihrer Herausbildung permanent bestrahlt sein. Mit der Menstruation beginnt die Pubertät. Das Ei, das „springt“, hat also evtl. schon eine Bestrahlungskarriere hinter sich. Dazu kennen wir noch keine direkten Forschungsergebnisse am Menschen, aus ethischen Gründen lassen sie sich auch nicht direkt durchführen, aber die Ergebnisse aus Tierversuchen sind mehr als alarmierend.

Für den in der Oogenese wirkenden Schädigungsmechanismus gibt die Studie der griechischen Gruppe um Panagopoulos et al. „Zelltod, induziert durch GSM 900 MHz und DCS 1800 MHz Mobiltelefon-Strahlung“ wichtige Hinweise.<sup>9</sup> Die Versuche wurden an Fliegen durchgeführt. Das Hauptergebnis der Studie: „Zelltod wurde während aller Entwicklungsstadien der frühen und mittleren Oogenese (Eireifung), vom Germarium bis zum Stadium 10 und in allen Typen der Eikammer-Zellen ( Nährzelle, folliculäre Zelle, Oozyte) nachgewiesen. Es wurde aufgedeckt, dass das Germarium und die Stadien 7-8 die Entwicklungsstadien sind, die am empfindlichsten auf elektromagnetischen Stress, induziert durch GSM - und DCS-Felder, reagieren, wobei das Germarium sogar noch empfindlicher als die Stadien 7-8 war.“ (EMF-Portal)

Die Gene der Taufliege *Drosophila* sind „den menschlichen Genen erstaunlich ähnlich...Deshalb dient die Taufliege als Modell für die Untersuchung der Embryonalentwicklung des Menschen und vieler seiner Krankheiten.“<sup>10</sup> Bringt man diese Ergebnisse von Panagopoulos an Taufliegen zum Zelltod in der Eireifung und die von Magras über die Einwirkung auf Embryonen zusammen, so macht dies das enorme Gefährdungspotential der Mikrowellenstrahlung deutlich.

Entgegen den Aussagen der Bundesregierung<sup>11</sup>, man wüsste noch nichts über die Auswirkungen auf Föten, macht die internationale Forschung also klare Aussagen. Insgesamt 73 Studien beschreiben gravierende Schädigungen in der Embryonalentwicklung und Oogenese. Tabelle 2 enthält die Studien, die bei diagnose:funk zu Embryos und zur Oogenese bis dato rezensiert wurden:

**Oxidativer Zellstress.** Auch hier werden Wechselwirkungen zwischen ROS, Lipidperoxidation und Abnahme der Antioxidantien in vielen Studien festgestellt: *Burlaka 2013, Cetin 2014, Hanci 2013, Hou 2015, Jing 2012, Manta 2014, Ozgur 2013, Ozorak 2013, Shahin 2013, Türedi 2014.*

**DNA-Strangbrüche** werden in Embryos nachwiesen von: *Chavdoula 2010, Hanci 2013, Panagopoulos 2009 & 2012, Shahin 2013.*



**Vermindertes Reproduktionsvermögen bis zur Unfruchtbarkeit, Missbildungen** weisen nach: *Buchner 2014, Chavdoula 2010, Geronikolou 2014, Margaritis 2014, Panagopoulos 2009 & 2010,*

**Erhöhte apoptotische Zellprozesse** (programmierter Zelltod) weisen nach: *Hanci 2013, Hou 2015, Panagopoulos 2012, Umur 2013.*

**Pränatale Exposition und postnatale Auswirkungen.** Werden Embryos im Muttertier bestrahlt, so können bei den Neugeborenen krankhafte Veränderungen festgestellt werden, z.B. in den Hoden, Verhaltensstörungen, Entwicklungsverzögerungen. Dies weisen nach: *Aldad 2012, Furtado-Filho 2014, Hanci 2013, Li 2012, Sangun 2015.*

Die Forschungen zeigen, dass die Schädigungen von Spermien, Hoden, Embryos und der Oogenese durch die Frequenzen 900 & 1800 MHz (GSM), 1900 & 2100 MHz (UMTS) und 2450 MHz (WLAN), auch von DECT-Schnurlostelefonen (1880 - 1900 MHz), verursacht werden. Zu LTE-Frequenzen gibt es nahezu keine Untersuchungen. Ebenfalls nicht untersucht wurden bisher die zellulären Wirkungen des Frequenzmixes, dem wir in der Realität ausgesetzt sind. Man denke nur daran, dass geplant ist, dass das selbstfahrende Auto sich mit WLAN, LTE, Bluetooth und Radar steuern soll. Dass dieser Mix bedeutend sein kann, behandelt der aktuelle Forschungsbericht des Otto-Hug-Strahleninstitutes, in dem die Wechselwirkungen zwischen Radarbelastung und Mobilfunk untersucht werden (s. S. 11). Auch nicht untersucht sind die Wechselwirkungen mit anderen Umwelteinflüssen (s. Abb 1).

Aus den Tabellen auf den Seiten 4 bis 7 wird die Breite des Schädigungspotentials ersichtlich. Sie zeigen einen repräsentativen Querschnitt. Der ganze Umfang der vorliegenden Forschungen wird aus der Literaturrecherche ab S. 15 deutlich.

**Tabelle 1 / 1** Studien, die von positiven Forschungsergebnissen zur Schädigung von **Spermien und Hoden** durch Hochfrequenzstrahlung berichten.

Autoren	Exponiertes biologisches System	Exposition*	Ergebnisse: statistisch signifikante Wirkungen**	Rezensiert in:
Agarwal et al. 2009	Menschliche Spermien	Handystrahlung, im Gesprächsmodus, für 1 h	Zunahme von reaktiven Sauerstoffspezies (ROS), Abnahme der Motilität und Lebensfähigkeit von Spermien.	Yakymenko 2015
Al-Damegh 2012	Ratten	Handystrahlung, 15, 30, oder 60 Minuten/Tag für 2 Wochen	Die Konzentrationen konjugierter Polyene sowie LPO- und CAT-Aktivitäten im Serum und Hodengewebe nahmen zu. Die gesamten GSH- Konzentrationen im Serum insgesamt sowie im Hodengewebe haben abgenommen.	Yakymenko 2015
Atasoy et al. 2013	Ratten	2450 MHz, 95 mW Sendeleistung, SAR 0,091 W/kg	Oxidative Schädigung in den Hoden, Abnahme der Antioxidantien.	Studienreport 2
Avendano et al. 2012	Menschliche Spermien	2450 MHz, 0,45 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ , 1,1 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	Abnahme der Spermienmotilität, DNA-Fragmentierung.	Studienreport 2
Dasdag et al. 2015	Ratten	2450 MHz, SAR 4880 $\mu\text{W}/\text{kg}$ , 2420 $\mu\text{W}/\text{kg}$ , 1020 $\mu\text{W}/\text{kg}$ , Leistung 50 mW	Signifikanter Anstieg defekter Spermienköpfe; Abnahme: Gewicht Nebenhoden, Bläschendrüse, Durchmesser Samenkanälchen, Dicke Tunica Albuginea (Bindegewebsschicht); Allgemeine Gestalt der Spermien signifikant verändert.	StudienRecherche 2015-4
Deluliis et al. 2009	Menschliche Spermien	1,8 GHz, SAR = 0,4 – 27,5 W/kg	Erhöhte Mengen von ROS, DNA Fragmentierung nach 20 min. Exposition; reduzierte Motilität und Vitalität.	Yakymenko 2015
Falzone et al. 2011	Menschliche Spermien	900 MHz, SAR 2W/kg	Signifikante negative Wirkungen auf die Spermienmorphometrie, auf das Fertilitätspotential, signifikante Reduktion der Zona pellucida Bindung und der Bindungsfähigkeit an Hemizona.	Studienreport 2
Ghanbari et al. 2013	Ratten	Basisstation: 915 MHz, 950 MHz, 1,6 mW/cm <sup>2</sup>	Zunahme von reaktiven Sauerstoffspezies (ROS), Abnahme der Motilität und Lebensfähigkeit/ Überlebensrate der Spermien.	StudienRecherche 2015-1
Gorpinchenko et al. 2014	Menschliche Spermien	900 MHz, 1800 MHz, Eingeschaltetes Handy, Abstand 5 cm	Signifikant verminderte Motilität; steigende Anzahl DNA-Strangbrüche.	StudienRecherche 2015-1
Jelodar et al. 2013	Ratten	900 MHz, täglich für 45 Tage	Erhöhte LPO, Erhöhte Konzentration von MDA und signifikant verringerte Aktivität antioxidanter Enzyme in den Hoden, Vitamin C erhöht Aktivität von Antioxidantien.	Yakymenko 2015
Kesari et al. 2011	Mäuse	900 MHz, SAR 0,9 W/kg	Zunahme von reaktiven Sauerstoffspezies (ROS) und LPO, Unfruchtbarkeit durch ROS	StudienReport 1
Kesari/Behari 2012	Ratten	900 MHz, 2 mW Sendeleistung, SAR 0,9 W/kg	Zunahme von reaktiven Sauerstoffspezies (ROS); Abnahme Testosteron; Fehlbildungen Spermienköpfe; Missbildungen Samenzellen und in ihren Mitochondrien; weniger Nachkommen mit geringerem Gewicht.	StudienReport 2
Kumar et al. 2011	Ratten	10 GHz, 0,21 mW/cm <sup>2</sup> , 0,014 W/kg	Zunahme von reaktiven Sauerstoffspezies (ROS), Abnahme Histon-Kinase-Enzymaktivität, vermehrte Apoptose, Auswirkungen auf den Zellzyklus (G2-Phase).	StudienReport 1
Kumar et al. 2012	Ratten	10 GHz, 0,21 mW/cm <sup>2</sup> , 0,014 W/kg	Zunahme von reaktiven Sauerstoffspezies (ROS); Gehalt an Melatonin signifikant erniedrigt; Anzahl der Gesamt-Leukozyten, Neutrophilen, Lymphozyten, Thrombozyten und roten Blutkörperchen signifikant erniedrigt.	StudienReport 2

\* weitere Expositionsparameter in [www.emf-portal.de](http://www.emf-portal.de)

\*\* Alle hier angeführten Auswirkungen waren statistisch bedeutsam im Vergleich zu den Kontrollgruppen oder scheinexponierten Gruppen.

Hier sind nur die Studien aufgelistet, die in diagnose:funk Veröffentlichungen rezensiert wurden: in den StudienReports 1 und 2, in den Studienrecherchen 1 bis 4 / 2015 und im Review von Yakymenko et al. (2015). Weitere Studien im Literaturverzeichnis.

**Tabelle 1 / 2** Veröffentlichungen, die von positiven Forschungsergebnissen zur Schädigung von **Spermien und Hoden** durch Hochfrequenzstrahlung berichten.

<b>Autoren</b>	<b>Exponiertes biologisches System</b>	<b>Exposition*</b>	<b>Ergebnisse: statistisch signifikante Wirkungen**</b>	<b>Rezensiert in:</b>
Kumar et al. 2014	Ratten	1910 MHz, Leistung 1,41 mW, 0,113 mW, SAR 0,28 W/kg, 0,0226 W/kg, Durchschn.1,34 W/kg	Zunahme von LPO; Sign. Verminderung Spermienzahl, Hodengewicht, der Größe der Samenkanälchen; DNA-Schädigung.	Yakymenko 2015, StudienRecherche 2015-1
Li et al. 2010	Epidemiologisch	Magnetfeldexposition 0,16 µT	Verminderte Spermienqualität	Studienreport 1
Lukac et al. 2011	Rinderspermien	1800 MHz	Verminderte Spermienmotilität	Studienreport 2
Mailankot et al. 2009	Ratten	900/1800 MHz, GSM, 1 h/Tag für 28 Tage	Zunahme LPO und verringerter GSH-Inhalt im Hoden und im Nebenhoden.	Yakymenko 2015
Meena et al. 2013	Ratten	2450 MHz, Leistungsflussdichte von 210 µW/cm <sup>2</sup> , SAR = 0,14 W/kg, 2 h/Tag für 45 Tage	Erhöhte Konzentrationen von MDA und ROS im Hoden. Melatonin verhinderte oxidativen Stress.	Yakymenko 2015
Meo et al. 2010	Ratten	Handy, 30 Min./Tag für 3 Monate	Signifikant verminderter Testosteron-Gehalt	StudienReport 1
Meo et al. 2011	Ratten	Handy, 30 Min./Tag für 3 Monate	Reifungsstillstand in den Spermatozoen	StudienReport 2
Oksay et al. 2014	Ratten	2450 MHz, 11 V/m, 1 mW/m <sup>2</sup> , SAR 0,1 W/kg	Oxidative Schädigung der Hoden, LPO, Abnahme der Antioxidantien; Melatoningabe verhindert oxidative Schäden	StudienReport 2
Rago et al. 2013	Menschliche Spermien	Handy 850-2100 MHz	Bei „Hosentaschentragern“ signifikant erhöhte DNA-Brüche, Korrelation zur Nutzungsdauer	StudienRecherche 2015-3
Sokolovic et al. 2015	Ratten	900 MHz, 9,88-18, 356 V/m; SAR 0,043-0,135 W/kg	LPO, Zunahme von reaktiven Sauerstoffspezies (ROS), Abnahme der Antioxidantien, Melatonin dämpft Wirkungen	StudienRecherche 2015-4
Tas et al. 2014	Ratten	900 MHz, SAR 0,623 W/kg, 0,0445 W/kg; 0,0373 W/kg; 0,0369 W/kg	Untersuchung der Langzeitwirkungen; hochsignifikante Abnahme der Spermatogenese; Tunica Albuginea signifikant dünner	StudienRecherche 2015-3

\* weitere Expositionsparameter in [www.emf-portal.de](http://www.emf-portal.de)

\*\* Alle hier angeführten Auswirkungen waren statistisch bedeutsam im Vergleich zu den Kontrollgruppen oder scheinexponierten Gruppen.

Hier sind nur die Studien aufgelistet, die in diagnose:funk Veröffentlichungen rezensiert wurden: in den StudienReports 1 und 2, in den Studienrecherchen 1 bis 4 / 2015 und im Review von Yakymenko et al. (2015). Weitere Studien im Literaturverzeichnis.

**Tabelle 2 / 1** Studien, die von positiven Forschungsergebnissen zur Schädigung von **Embryos und der Oogenese** durch Hochfrequenzstrahlung berichten.

Autoren	Exponiertes biologisches System	Exposition*	Ergebnisse: statistisch signifikante Wirkungen**	Rezensiert in:
Aldad et al. 2012	Mäuse	Handy, SAR 1,6 W/kg	Pränatale Exposition des Embryos führt zu postnatalen Verhaltenstörungen, vergleichbar mit ADHS	StudienReport 2
Boga et al. 2014	Krallenforsch Xenopus laevis Embryonen	900 MHz, 1800 MHz; Leistung 1W & 2W; 1,59 W/m <sup>2</sup> , 24,5 V/m; SAR 1 W/kg	Kombination von Nikotinsulfat (NS) und Strahlung führt zu höherer Erbgutschädigung in den Embryonen als Strahlung ohne NS	ElektrosmogReport April 2015
Buchner / Eger 2014	Schweine	Sendemast	Erhöhte Rate an Totgeburten und Missbildungen	umg 3/2014
Burlaka et al. 2013	Wachteln	900 MHz, 0,25 µW/cm <sup>2</sup>	Zunahme von reaktiven Sauerstoffspezies (ROS), Abnahme der Antioxidantien, DNA-Schäden	StudienReport 2
Cetin et al., 2014	Schwangere Ratten und Nachkommen	900; 1800 MHz Hochfrequenzstrahlung, 1 h/Tag während Schwangerschaft und Entwicklung der Neugeborenen	GSH-Px-Aktivitäten in Gehirn und Leber, Selenkonzentrationen im Gehirn sowie Konzentrationen von Vitamin A und Beta-Carotin in der Leber nahmen in den Nachkommen ab.	Yakymenko 2015
Chavdoula et al. 2010	Taufliege Drosophila	900 MHz, 0,35 mW/cm <sup>2</sup> , 18 V/m	Vermindertes Reproduktionsvermögen; Veränderungen im Aktin-Zytoskelett-Netzwerk der Eikammern; DNA-Fragmentierung	StudienReport 1
Chen et al. 2014	Mäuse, embryonale Stammzellen in Vivo	1800 MHz, SAR 1 W/kg, 2 W/kg, 4 W/kg	Längenwachstum der Neuriten und Verzweigung reifer Neuronen vermindert; Aktivität der Gene für Wachstumshemmung erhöht	Studienrecherche 2015-1
Furtado-Filho et al. 2014	Ratten	950 MHz, SAR = 0,01–0,88 W/kg, 30 Min./Tag für 21 Tage während Schwangerschaft (oder zusätzlich 6 oder 15 Tage des Zeitraums direkt nach der Geburt)	Neugeborene Ratten, die in der Gebärmutter exponiert waren, hatten verringerte Konzentrationen von CAT und niedrigere LPO-Konzentrationen sowie gentoxische Auswirkungen und biochemische Veränderungen in der Leber.	Yakymenko 2015
Geronikolou et al. 2014	Taufliege Drosophila	900 MHz, SAR 0,67 W/kg, 1880 MHz (DECT), SAR 0,08 W/kg	Fruchtbarkeit (Anzahl der Puppen) signifikant herabgesetzt	StudienRecherche 2015-4
Hanci et al. 2013	Ratten	900 MHz, 0,265 m <sup>2</sup> , 10 V/m	Pränatale Exposition führt zu postnatalen Auswirkungen: krankhafte Veränderungen in den Hoden der Neugeborenen; Durchmesser Samenkanälchen geringer; Apoptotische Zellen in Samenkanälchen; LPO und Plasma DNA-Oxidation signifikant erhöht	StudienRecherche 2015-1
Hou et al. 2015	Embryonale Fibroblastenzelllinie / in Vivo	1800 MHz, SAR 2 W/kg	Zunahme von reaktiven Sauerstoffspezies (ROS); Apoptoseraten signifikant erhöht; erhöhte Zahl an DNA-Strangbrüchen (nicht signifikant)	StudienRecherche 2015-4
Jing et al. 2012	Ratten	Handy, SAR 0,9 W/kg, Expositionsdauer: dreimal pro Tag (3 x 10, 30 oder 60 min) an 20 Tagen während der Trächtigkeit	Auswirkungen auf das fötale Rattenhirn: Zunahme von reaktiven Sauerstoffspezies (ROS); Antioxidantien vermindert; Neurotransmitter Dopamin und Noradrenalin verändert, je nach Expositionsdauer	StudienReport 2

\* weitere Expositionsparameter in [www.emf-portal.de](http://www.emf-portal.de)

\*\* Alle hier angeführten Auswirkungen waren statistisch bedeutsam im Vergleich zu den Kontrollgruppen oder scheinexponierten Gruppen.

Hier sind nur die Studien aufgelistet, die in diagnose:funk Veröffentlichungen rezensiert wurden: in den StudienReports 1 und 2, in den Studienrecherchen 1 bis 4 / 2015 und im Review von Yakymenko et al. (2015). Weitere Studien im Literaturverzeichnis.

**Tabelle 2 / 2** Studien, die von positiven Forschungsergebnissen zur Schädigung von **Embryos und der Oogenese** durch Hochfrequenzstrahlung berichten.

Autoren	Exponiertes biologisches System	Exposition*	Ergebnisse: statistisch signifikante Wirkungen**	Rezensiert in:
Li et al. 2012	Epidemiologisch Menschen	Handy, Magnetfelder	Pränatale Exposition kann zu Übergewicht führen; s. dazu auch Li et al. 2002– Risiko Fehlgeburten, 2011 - Risiko Asthma.	StudienReport 2
Mahmoudabadi et al. 2015	Epidemiologisch Menschen	Handy	Anstieg des Risikos von Fehlgeburten in Korrelation zum effektivem SAR-Wert (höhere Strahlung = erhöhtes Risiko).	StudienRecherche 2015-3
Manta et al. 2014	Taufliege Drosophila	1880–1900 MHz, DECT-Modulation, SAR = 0,009 W/kg, für 0,5–96 h	Zunahme von ROS-Konzentrationen im Körper von Männchen und Weibchen.	Yakymenko 2015
Margaritis et al. 2014	Taufliege Drosophila	900 - 2440 MHz, diverse Feldstärken und SAR Werte unterhalb der Grenzwerte	240 Versuche. Signifikante Wirkungen auf Apoptose, Reproduktionskapazität, verminderte Anzahl der Puppen auch bei geringer Strahlung.	StudienRecherche 2015-3
Ozgur 2013	Kaninchen	1800 MHz, 0,1 W	Signifikant erhöhte Lipidperoxidation (LPO), signifikante Veränderungen von Blutparametern	StudienRecherche 2015-1
Ozorak et al. 2013	Ratten	900; 1800; 2450 MHz, gepulst, Leistungsflussdichte von 12 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ . SAR = 0,18; 1,2 W/kg, 60 Min./Tag während der Schwangerschaft und 6 Wochen nach der Entbindung	Im Alter von sechs Wochen zugenommene LPO in der Niere und den Hoden und Verringerung der Konzentration von GSH und des gesamten Antioxidantienstatus.	Yakymenko 2015
Panagopoulos / Margaritis 2009	Taufliege Drosophila	900 MHz, 1800 MHz, 200 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ , 10 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ Befeldung 20-30 cm Abstand vom Handy	Signifikante Verminderung der Reproduktion, DNA Fragmentierung in den Gonaden.	StudienReport 1
Panagopoulos / Margaritis 2010	Taufliege Drosophila	900 MHz, 1800 MHz, 10 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ , 0,6 V/m, SAR 0,795 W/kg	Steigende Verminderung der Reproduktion linear zur ansteigenden Expositionsdauer; Hinweis auf kumulative Wirkungen.	StudienReport 1
Panagopoulos 2012	Taufliege Drosophila	900 MHz, 0,354 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ , 0,063 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ..... SAR 0,795 W/kg	Erhöhung der Zelltod-Rate, Entwicklungsverzögerung der Eierstöcke, DNA-Schäden.	StudienReport 2
Sangun et al. 2015	Ratten	2450 MHz, 45,5 V/m, SAR 0,143 W/kg	Exposition in der pränatalen Phase führt postnatal zu Wachstumseinschränkungen und verzögertem Eintritt in die Pubertät.	StudienRecherche 2015-4
Shahin et al. 2013	Mäuse	2450 MHz, 0,033549 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ , SAR 0,23023 W/kg	Zunahme von reaktiven Sauerstoffspezies (ROS), Verminderung der Antioxidantien, DNA-Schädigungen, Unterdrückung der Implantation.	StudienReport 2
Tsybulin et al., 2012	Wachtelembryo im Ei	900 MHz, von Handy, GSM, Leistungsflussdichte von 0,024–0,21 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ , intermittierend für 14 Tage	Erhöhte Konzentrationen von auf Thiobarbitursäure reagierenden Substanzen in Gehirn und Leber von Jungen.	Yakymenko 2015
Türedi et al., 2014	Schwangere Ratten	900 MHz, 13,7 V/m, 50 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ , 1 h/Tag für 13-21 Tage der Schwangerschaft	In exponierten Jungen erhöhten sich die Werte von MDA, SOD und CAT, die GSH-Werte verringerten sich.	Yakymenko 2015
Umur et al. 2013	Befruchtete Hühnereier	900 MHz, SAR 0,77 W/kg	Apoptotische Zellprozesse; Verzögerung der Schließung des Neuralrohres, offenes Neuralrohr.	StudienRecherche 2015-1

\* weitere Expositionsparameter in [www.emf-portal.de](http://www.emf-portal.de)

\*\* Alle hier angeführten Auswirkungen waren statistisch bedeutsam im Vergleich zu den Kontrollgruppen oder scheinexponierten Gruppen.

Hier sind nur die Studien aufgelistet, die in diagnose:funk Veröffentlichungen rezensiert wurden: in den StudienReports 1 und 2, in den Studienrecherchen 1 bis 4 / 2015 und im Review von Yakymenko et al. (2015). Weitere Studien im Literaturverzeichnis.

**Tabelle 3**      Reviews / Metastudien Studien  
zur Wirkung von nichtionisierender Strahlung auf die Fortpflanzungsorgane

Autoren	Titel der Studie	Journal	Institute
Jessica A. Adams, Tamara S. Galloway, Debapriya Mondal, Sandro C. Esteves, Fiona Mathews	Effect of mobile telephones on sperm quality: A systematic review and meta-analysis	Environment International 70 (2014) 106–11	Biosciences, College of Life and Environmental Sciences, Hatherly Laboratories, Prince of Wales Road, University of Exeter, EX4 4PS, UK/ Androfert, Andrology and Human Reproduction Clinic, Campinas, Brazil
Ashok Agarwal, Aspinder Singh, Alaa Hamada, Kavindra Kesari	Cell Phones and Male Infertility: A Review of Recent Innovations in Technology and Consequences	International Braz J Urol, Vol 37 (4): 432-454, July - August, 2011	Center for Reproductive Medicine, Cleveland Clinic, Cleveland, Ohio, United States
Prof. Jitendra Behari, PhD Dr. Paulraj Rajamani, PhD	BioInitiative Report Section 18: Electromagnetic Field Exposure Effects (ELF-EMF and RFR) on Fertility and Reproduction	BioInitiative Report, 2012	Bioelectromagnetics Laboratory; School of Environmental Sciences ; Jawaharlal Nehru University; New Delhi, India
Prof. Carlo V. Bellieni, MD; Dr. Iole Pinto, PhD, Director	BioInitiative Report Section 19: Fetal and Neonatal Effects of EMF	BioInitiative Report, 2012	Neonatal Intensive Care Unit, University of Siena, Siena, Italy / Physical Agents Laboratory, Tuscany Health and Safety Service, Siena, Italy
British Columbia Centre for Disease Control (BCCDC), Environmental Health Services; National Collaborating Centre for Environmental Health (NCCEH), Vancouver, Canada	Radiofrequency Toolkit for Environmental Health Practitioners; 2013. Section 10: Mobile Phones, Radiofrequency Waves, and Male Infertility	s. Spalte 1	s. Spalte 1
Madhukar Shivajirao Dama, M Narayana Bhat	Mobile phones affect multiple sperm quality traits: a meta-analysis	www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3752730/	Institute of Wildlife Veterinary Research, Kodagu District, Karnataka, India
Nisarg R. Desai, Kavindra K. Kesari und Ashok Agarwal	Review - Pathophysiology of cell phone radiation: oxidative stress and carcinogenesis with focus on male reproductive system.  Pathophysiologie der Mobilfunkstrahlung: Oxidativer Stress und Karzinogenese mit dem Studienschwerpunkt auf dem männlichen Fortpflanzungssystem.	Reproductive Biologie and Endocrinology 2009, 7: 114  Deutsch in umwelt-medizin-gesellschaft 3/2010	Center for Reproductive Medicine, Glickman Urological and Kidney Institute and Obstetrics and Gynecology and Women's Health Institute, Cleveland Clinic, Cleveland, Ohio, USA / Department of Internal Medicine, Staten Island University Hospital, Staten Island, New York, USA / School of Environmental Sciences, Jawaharlal Nehru University, New Delhi, India
Myung Chan Gye, Chan Jin Park	Effect of electromagnetic field exposure on the reproductive system	Clin Exp Reprod Med 2012, 39(1):1-9	Department of Life Science and Institute for Natural Sciences, Hanyang University, Seoul, Korea
Walter Mämpel , Sebastian Pflugbeil , Robert Schmitz, Inge Schmitz-Feuerhake	Unterschätzte Gesundheitsgefahren durch Radioaktivität am Beispiel der Radarsoldaten	Berichte des Otto-Hug Strahleninstitutes, 2015, Nr. 25	Gesellschaft für Strahlenschutz e.V.
Prof. Inge Schmitz-Feuerhake	Strahlenfolgen: Fertilitätsstörungen beim Mann durch ionisierende Strahlung und Mikrowellen	Strahlentelex Nr. 594-595 / 2011	Hochschullehrerin für Medizinische Physik i.R. und Mitglied der Gesellschaft für Strahlenschutz e.V.
Hartmut Voigt	Unfruchtbarkeit beim Mann als mögliche Folge der Nutzung von Mobiltelefonen	EMF-Monitor, 5/2011, S.5-7	ECOLOG-Institut, Hannover
La Vignera S, Condorelli RA, Vicari E, D'Agata R, Calogero AE	Effects of the Exposure to Mobile Phones on Male Reproduction: A Review of the Literature	Journal of Andrology, Vol. 33, No. 3, May/June 2012	From the Section of Endocrinology, Andrology, and Internal Medicine and Master in Andrological, Human Reproduction, and Biotechnology Sciences, Department of Internal Medicine and Systemic Diseases, University of Catania, Catania, Italy.
Yakymenko I, Tsybulin O, Sidorik E, Henshel D, Kyrylenko O, Kyrylenko S	Oxidative mechanisms of biological activity of low-intensity radiofrequency radiation	Electromagn Biol Med 2015  In Deutsch veröffentlicht als diagnose:funk Brennpunkt, 2015	Institut für experimentelle Pathologie, Onkologie und Radiobiologie der Nationalen Akademie der Wissenschaften der Ukraine, Kiew, Ukraine / Fakultät für Biophysik, Nationale Landwirtschaftliche Universität von Bila Tserkva, Bila Tserkva, Ukraine / School of Public and Environmental Affairs, Indiana University Bloomington, Bloomington, Indiana, USA / A.I.Virtanen-Institut, Universität von Ost-Finnland, Kuopio, Finnland/ Fakultät für strukturelle und funktionale Biologie, Universität von Campinas, Campinas, SP, Brasilien

## Besonders wichtige Veröffentlichungen

### Die Deluliis / Aitken - Studie

Einen eindrücklichen Beweis der toxischen Wirkung hochfrequenter elektromagnetischer Felder erbrachte bereits 2009 die Studie der australischen Forschergruppe De Luliis/Aitken. Ihre Untersuchung „*Mobilfunk-Befeldung induziert die Produktion reaktiver Sauerstoffspezies und DNA-Schäden in menschlichen Spermatozoen in vitro*“ (2009)<sup>12</sup> hatte folgende Ergebnisse:

- Mobilfunkstrahlung generiert freie Radikale in den Mitochondrien der Spermien<sup>13</sup>
- Dadurch entstehen DNA-Schädigungen
- Eine Folge kann eine Schädigung der Spermien oder Unfruchtbarkeit sein
- Diese Schädigungen können Folgewirkungen bei Neugeborenen haben

Die Spermien wurden mit einer Mobilfunk-Frequenz von 1800 MHz bestrahlt, was der GSM-Technologie entspricht, mit unterschiedlichen SAR-Werten. In der Zusammenfassung heißt es:

*„Die Hauptergebnisse der Forschungsstudie: Gereinigte menschliche Spermatozoen wurden elektromagnetischer Funkfrequenzstrahlung im Bereich von 1,8 GHz und bei einer Bandbreite von unterschiedlich hohen spezifischen Absorptionsraten (SAR) von 0,4 W/kg bis 27,5 W/kg ausgesetzt. Entsprechend zum steigenden SAR-Wert war die Motilität und Vitalität nach der Exposition gegenüber der elektromagnetischen Funkfrequenzstrahlung deutlich verringert, während die Erzeugung von reaktiven Sauerstoffspezies und die DNA-Fragmentation in den Mitochondrien deutlich erhöht waren (P<0.001). Darüber hinaus wurden auch hoch bedeutende Zusammenhänge zwischen dem SAR-Wert, dem Bio-Indikator für oxidativ bedingte DNA-Schädigung 8-OH-dG und der DNA-Fragmentierung nach der Exposition gegenüber elektromagnetischen Funkwellen beobachtet.*

**Schlussfolgerungen:** *Elektromagnetische Funkwellen verstärken sowohl im Bereich der Leistungsflussdichte und der Frequenzbandbreite von Handys die Bildung von reaktiven Sauerstoffspezies durch menschliche Spermatozoen, wobei die Motilität und die Vitalität dieser Zellen verringert wird, während die Bildung von DNA-Basen-Addukten angeregt wird und schließlich auch die Fragmentation der DNA. Diese Studienergebnisse führen zu deutlichen Schlussfolgerungen für die Sicherheit von Männern im reproduzierfähigen Alter, die extensiv mobil telefonieren. Potenziell ist sowohl ihre Fruchtbarkeit als auch die Gesundheit und das Wohlbefinden ihrer Nachkommen betroffen.* (S.1, eigene Übersetzung, ebenso alle folgenden Texte)

Im Text heißt es weiter: *„Die besondere Bedeutung der gegenwärtigen Studie liegt darin, dass sie nicht nur die unmittelbare Auswirkung der elektromagnetischen Funkfrequenzstrahlung auf Spermien im Hinblick auf deren Motilität, Vitalität und die Integrität ihrer DNA aufzeigt, sondern dass sie*

*auch einen potentiellen kausalen Mechanismus identifiziert, wo das Austreten von Elektronen aus der Elektronentransportkette in den Mitochondrien eine Rolle spielt sowie die Auslösung von oxidativ bedingten DNA-Schädigungen“* (S. 6)

*„Diese Studie zeigt deutlich auf, dass elektromagnetische Funkwellen die Funktion der Spermien schädigen können durch Mechanismen, an denen das Austreten von Elektronen von den Mitochondrien beteiligt ist, und durch die Verursachung von oxidativem Stress. Diese Studienergebnisse haben unmittelbare Auswirkungen auf den hohen Anteil männlicher Unfruchtbarkeit, die sich bei unserer Gattung beobachten lässt, welche in den meisten Fällen ohne erkennbare Ursache (idiopathisch) ist. Darüber hinaus führt die Tatsache, dass die DNA der Spermien durch diese Art der Strahlung geschädigt wird, zu zusätzlichen Schlussfolgerungen bezüglich der Gesundheit und dem Wohlbefinden von Kindern, die von Vätern gezeugt wurden, die um den Zeitraum der Zeugung herum elektromagnetischen Funkwellen in hohen Dosen ausgesetzt waren, sei es im beruflichen Umfeld oder in ihrer sonstigen Umgebung. Insgesamt werfen diese Erkenntnisse eine Anzahl von Fragen auf im Hinblick auf die Gesundheitspolitik und den Umgang mit Patienten, welche der sofortigen Aufmerksamkeit bedürfen. Besonders empfehlen wir Männern, die sich im Fortpflanzungsalter befinden und das Handy viel benutzen, ihre Handys nicht eingeschaltet unterhalb der Gürtellinie zu tragen.“* (S. 6)

Die Zitate aus der Studie zeigen, dass die Forschergruppe die Eindeutigkeit und Bedeutung ihrer Erkenntnisse („clearly demonstrates“) nicht einschränkt. In dieser Zuspitzung wurde dies in dieser Studie erstmals ausgedrückt, die Ergebnisse sind aber keineswegs anekdotisch, sondern sind inzwischen vielfach bestätigt worden.

## Systematische Überblicksstudien

Die 13 in diesem Brennpunkt (Tabelle 3) aufgeführten Überblicksarbeiten kommen alle zum Schluss, dass ein erhebliches Schädigungspotential vorliegt. So schreibt die Arbeitsgruppe Adams et al. (2014): *„Die Ergebnisse waren bei experimentellen In-vitro-Studien und In-vivo-Beobachtungsstudien konsistent. Wir kommen zur Schlussfolgerung, dass die zusammengetragenen Ergebnisse von In-vitro- und In-vivo-Studien darauf hinweisen, dass sich die Handyexposition negativ auf die Spermaqualität auswirkt.“*

La Vignera et al. (2012) schreiben: *„Die Ergebnisse zeigten, dass menschliche Spermien, die hochfrequenten elektromagnetischen Feldern ausgesetzt wurden, eine verringerte Motilität, morphometrische Anomalien und erhöhten oxidativen Stress aufwiesen... Diese Anomalien scheinen in direktem Zusammenhang mit der Dauer der Handynutzung zu stehen.“*

Gye/Park (2012) schreiben: *„Zu den Fortpflanzungsparametern, die sich Berichten zufolge durch EMF-Exposition ändern, gehören der Tod männlicher Keimzellen, der Sexualzyklus, endokrine Fortpflanzungshormone, das Gewicht von Fortpflanzungsorganen, die Spermienmotilität, die frühe Embryoentwicklung sowie der Erfolg von Schwangerschaften. Auf Zellebene kann eine Zunahme von freien Radikalen und*

*[Ca<sup>2+</sup>]-] die Wirkung elektromagnetischer Felder vermitteln und zur Behinderung des Zellwachstums, zur Proteinefehlfaltung sowie zu DNA-Strangbrüchen führen. Die Auswirkung der EMF-Exposition auf die Fortpflanzungsfunktion ist je nach Frequenz und Welle, Stärke (Energie) und Expositionsdauer unterschiedlich. In der aktuellen Übersicht werden die Auswirkungen elektromagnetischer Felder auf die Fortpflanzungsfunktion nach den Arten elektromagnetischer Felder, nach Wellentyp, Stärke sowie Expositionsdauer auf Zell- und Organismusebene zusammengefasst.“*

## Kanadische Gesundheitsbehörde warnt vor Spermenschädigungen durch Handys

Das "British Columbia Centre for Disease Control (BCCDC)" in Kanada veröffentlichte im März 2013 den 376-seitigen Forschungsüberblick *"Radiofrequency Toolkit for Environmental Health Practitioners"*. Im Bericht wird ausdrücklich vor nachgewiesenen Spermenschädigungen gewarnt. Die kanadische Behörde blendet die Ergebnisse der industrieunabhängigen Wissenschaft nicht aus. Als eine Bewertungsgrundlage nennt sie den Bioinitiative-Report. Im Vorwort des Reviews heißt es:

*„Der Abschnitt 10, Handys, hochfrequente Wellen und männliche Unfruchtbarkeit, bietet einen Forschungsüberblick zu den Auswirkungen von Hochfrequenzstrahlung von Handys auf die Parameter bei Spermien und zu möglichen Mechanismen solcher gesundheitlicher Auswirkungen. Die epidemiologischen Studien zu Männern, die auf Unfruchtbarkeit hin untersucht wurden, zeigten durchgehend eine verringerte Spermienmotilität, die mit der Handynutzung in Verbindung gebracht wird. Bei den meisten In-vitro-Studien (Laborstudien), bei denen menschliche Spermienproben einer kontrollierten Handystrahlendosis ausgesetzt wurden, zeigte sich unter den negativen Wirkungen im Allgemeinen eine Abnahme der Spermienmotilität. Ähnliche Ergebnisse gab es bei Tierstudien von bestimmten Arten von Ratten. Es wurde auf oxidativen Stress oder eine Verringerung der Antioxidantien als plausible Mechanismen für diese nicht-thermischen Wirkungen der Hochfrequenzexposition hingewiesen. Eine bessere Beurteilung der Exposition ist bei zukünftigen Studien erforderlich, um beispielsweise die Wirkung des üblichen Tragens des Handys in der vorderen Hosentasche zu ermitteln.“ (S. 4)*

Und im Kapitel zur Fruchtbarkeit wird zur Aufklärung aufgefordert: *„Aufgrund der Tatsache, dass die Mehrheit der Hinweise für bestimmte negative Wirkungen spricht, selbst wenn diese Wirkungen noch nicht genau definiert werden können, scheint Vorsicht bei der weiteren Nutzung (von Mikrowellentechniken; Anmerkung des Übersetzers) angebracht zu sein. Eine Empfehlung besteht darin, dass die kurzfristige persönliche Exposition von Personen männlichen Geschlechts dadurch verringert wird, indem Handys von den Geschlechtsteilen ferngehalten werden (d. h. nicht in den Hosentaschen getragen werden) und die Handynutzung begrenzt wird. Die Industrie bewegt sich wohl bereits in Richtung einer höheren Sicherheit bei der Nutzung der Hochfrequenzstrahlung in Handys. Die Ermutigung der Verbraucher in diese Richtung könnte deshalb dazu beitragen, dass dieser Trend weitergeführt wird.“ (S. 275)*

## Der Review zu oxidativem Zellstress der Gruppe um Prof. Yakymenko

Die Forschergruppe um Prof. Igor Yakymenko am Kiewer Institut für experimentelle Pathologie, Onkologie und Radiobiologie sieht es als bewiesen an, dass Mobilfunkstrahlung schädigende Oxidationsprozesse in Zellen auslöst. In ihrem Review *„Oxidative Mechanismen der biologischen Aktivität bei schwachen hochfrequenten Feldern“<sup>4</sup>* berichtet die Gruppe, dass von 100 begutachteten Studien 93 % (= 93 Studien) den Schädigungsmechanismus Oxidativer Zellstress nachweisen: *„Schlussfolgernd zeigt unsere Analyse, dass Hochfrequenzstrahlung niedriger Intensität ein starker oxidativer Wirkungsfaktor für lebende Zellen ist, mit einem hohen krankheitsregenden Potenzial.“ (S. 3)* In dieser bisher umfangreichsten Untersuchung zum Endpunkt ROS (s. Fußnote 5) wurden auch die Studien zur Fruchtbarkeit einbezogen und Ergebnisse detailliert beschrieben:

*„Die andere starke Quelle von ROS in Zellen ist die mitochondriale Elektronentransportkette, die Superoxid aufgrund von Zusammenbrüchen beim Elektronentransport erzeugen kann (Inoue et al., 2003). Es wurde gezeigt, dass die Erzeugung von ROS durch den mitochondrialen Wirkungsweg bei Hochfrequenzbestrahlung in menschlichen Spermien aktiviert werden kann (De Juliis et al., 2009). Die Autoren zeigten eine dosisabhängige Auswirkung von Hochfrequenzbestrahlung bei 1,8 GHz auf die ROS-Erzeugung in Spermien, insbesondere in deren Mitochondrien. Das deutlich erhöhte Auftreten von ROS insgesamt in Spermien wurde unter Hochfrequenzbestrahlung bei einem SAR-Wert von = 1 W/kg festgestellt, was unterhalb der Sicherheitsgrenzwerte liegt, die in vielen Ländern festgelegt wurden. In unserem Labor wurde kürzlich gezeigt, dass die Hochfrequenzbestrahlung niedriger Intensität (GSM 900 MHz, 0,25 µW/cm<sup>2</sup>) von Wachtelebryos in ihren Eiern während der ersten Tage der Embryoentstehung zu einer deutlichen Überproduktion von Superoxid- und Stickstoffoxid-Radikalen in Mitochondrien der Embryozellen führte (Burlaka et al., 2013).“ (S.6)*

Und zu den eigenen Experimenten, die Yakymenko et al. durchführten, heißt es:

*„Wir konnten die Signalwirkungen moderater Konzentrationen freier Radikale durch unsere Experimente mit Wachtelebryonen feststellen, die durch ein handelsübliches Handy bestrahlt wurden. Wir konnten daher zeigen, dass die lang andauernde Exposition von Embryonen im Ei zu einer deutlichen Hemmung ihrer Entwicklung führte (Tsybulin et al., 2013). Dies stimmt überein mit der starken Überproduktion von Superoxidradikalen und Stickstoffmonoxidradikalen, erhöhten Raten der Lipidperoxidation und oxidativer Schädigung der DNA (Burlaka et al., 2013; Tsybulin et al., 2012). Beachtenswerterweise führten kürzere Expositionen hingegen zu einer Steigerung bei der Entwicklung von Embryos (Tsybulin et al., 2012, 2013). Wir zeigten die günstigen Wirkungen kürzerer Expositionszeiten auch auf molekularer Ebene. Danach waren nach der kurzzeitigen Hochfrequenzbestrahlung die DNA-Kometen in Embryozellen deutlich kürzer als in den nicht bestrahlten Kontrollembryonen. Das deutet auf die Aktivierung von Mechanismen zur Erhaltung der Integrität der DNA hin.“ (S.8)*

## Die Überblicksstudie von Desai / Agarwal

In dem Review *„Pathophysiologie der Mobilfunkstrahlung: Oxidativer Stress und Karzinogenese mit dem Focus auf das männliche Fortpflanzungssystem“*<sup>15</sup> fassen Desai et al. die Erkenntnisse über die Gentoxität und Wirkmechanismen zusammen. Deren Abbildung (s. Abb S. 12) veranschaulicht den Stand der Erkenntnis:

*„Wir gaben einen Überblick über die vorhandene Literatur, um besser die Effekte von Mobilfunkstrahlung auf die Gesundheit (mit Schwerpunkt auf Zeugungsfähigkeit und Krebs) zu verstehen. Kommerziell erhältliche Mobilfunkgeräte könnten einen Effekt auf die Zellfunktion durch nicht-thermische Effekte haben. Wir stellen die Hypothese auf, dass die Plasmamembran das Ziel der Mobilfunkstrahlung ist. RF-EMF können die ROS Entstehung verstärken, indem die Aktivität der NADH - Oxidase in der Plasmamembran gesteigert wird. Eine länger andauernde Exposition mit RF-EMF kann ebenfalls (durch eine verstärkte ROS Entstehung) zu DNA Schäden führen, sowie zu einem schnellen Zelltod von Neuronen und Spermazellen, wodurch neurodegenerative Erkrankungen, Gehirntumore und Hodenkrebs initiiert werden können. Jedweder RF-EMF Effekt, der die Karziogenese fördert, könnte auf die Effekte auf PKC (Proteinkinase C), ODC (Ornithin-decarboxylase)<sup>16</sup> intrazelluläres Calcium und die Stimulation von Stresskinasen zurückgeführt werden. Die Stimulation der NADH-Oxidase in der Plasmamembran könnte eine zentrale Rolle bei den oben beschriebenen Effekten spielen. ROS und Veränderungen in der PKC Aktivität könnten zu einer RF-EMF verursachten Zeugungsunfähigkeit führen, die in vielen Studien festgestellt wurde. Somit könnten RF-EMF von kommerziell erhältlichen Mobilfunkgeräten das Potential der Zeugungsfähigkeit von Spermazellen beeinflussen. Der SAR - Grenzwert für Mobiltelefone sollte daher herabgesetzt werden. Jedoch sind mehr Studien notwendig, um definitive Beweise für die Schädlichkeit von Mobiltelefonen zu erbringen. Diese Studien sollten In-vitro Studien in Kombination mit rechnergestützten Simulationen sein.“*<sup>17</sup>

Auf [www.mobilfunkstudien.de](http://www.mobilfunkstudien.de) steht dieser Artikel in deutscher Übersetzung zum kostenlosen Download.

## Radar-Bericht des Otto-Hug Strahleninstitutes

Der Studienbericht des Otto-Hug-Strahleninstitutes *„Unterschätzte Gesundheitsgefahren durch Radioaktivität am Beispiel der Radarsoldaten“* (2015) behandelt auch die Kombinationswirkung von Radarstrahlung mit Mikrowellenstrahlung. Im Vorwort heißt es:

*„Die Exposition durch Radarstrahlen wurde bislang von offizieller Seite und von der Radarkommission nur dann für gesundheitsschädlich gehalten, wenn die Leistungsdichte der Strahlung im Gewebe zu einer messbaren Temperaturerhöhung führt. Inzwischen liegen jedoch zahlreiche Untersuchungen über Effekte durch den Mobilfunk vor, dessen hohe Frequenzen ebenfalls im Mikrowellenbereich liegen. Diese zeigen, dass es bei langanhaltender Exposition auch unterhalb der sogenannten Wärmeschwelle zu irreparablen und krank-*

*haften Störungen wie zum Beispiel zu Unfruchtbarkeit kommen kann. Kombinationswirkungen zwischen der ionisierenden und der nicht-ionisierenden Strahlung sind ebenfalls als mögliche Ursache der multiplen Krankheitsphänomene anzusehen, die bei den Radarsoldaten und -beschäftigten zu beobachten sind.“* (S.9)

Im Kapitel 12 zu Fertilitätsstörungen kommen die Autoren zu dieser Gesamtbeurteilung:

*„Über Fertilitätsstörungen durch Mikrowellen liegen ältere Befunde an beruflich Exponierten durch Radar- und andere Hochfrequenzstrahlungen vor (Lancranjan 1975; Andrienko 1977; Weyandt 1996). Nach Beginn des Mobilfunkzeitalters wurden diese Effekte durch zahlreiche Untersuchungen in vitro und in vivo in Folge von Handystrahlung untermauert (da die Mobiltelefone vielfach von Männern in einer Hosentasche oder anderweitig in der Nähe der Hoden getragen werden). ...Die Schlussfolgerung muss sein, dass für exponierte Radarsoldaten, besonders wenn sie außer durch ionisierende Strahlung zusätzlich den Mikrowellen ausgesetzt waren, ein sehr hohes Risiko der Einschränkung der Zeugungsfähigkeit oder der Sterilität bestand.“* (S.114)

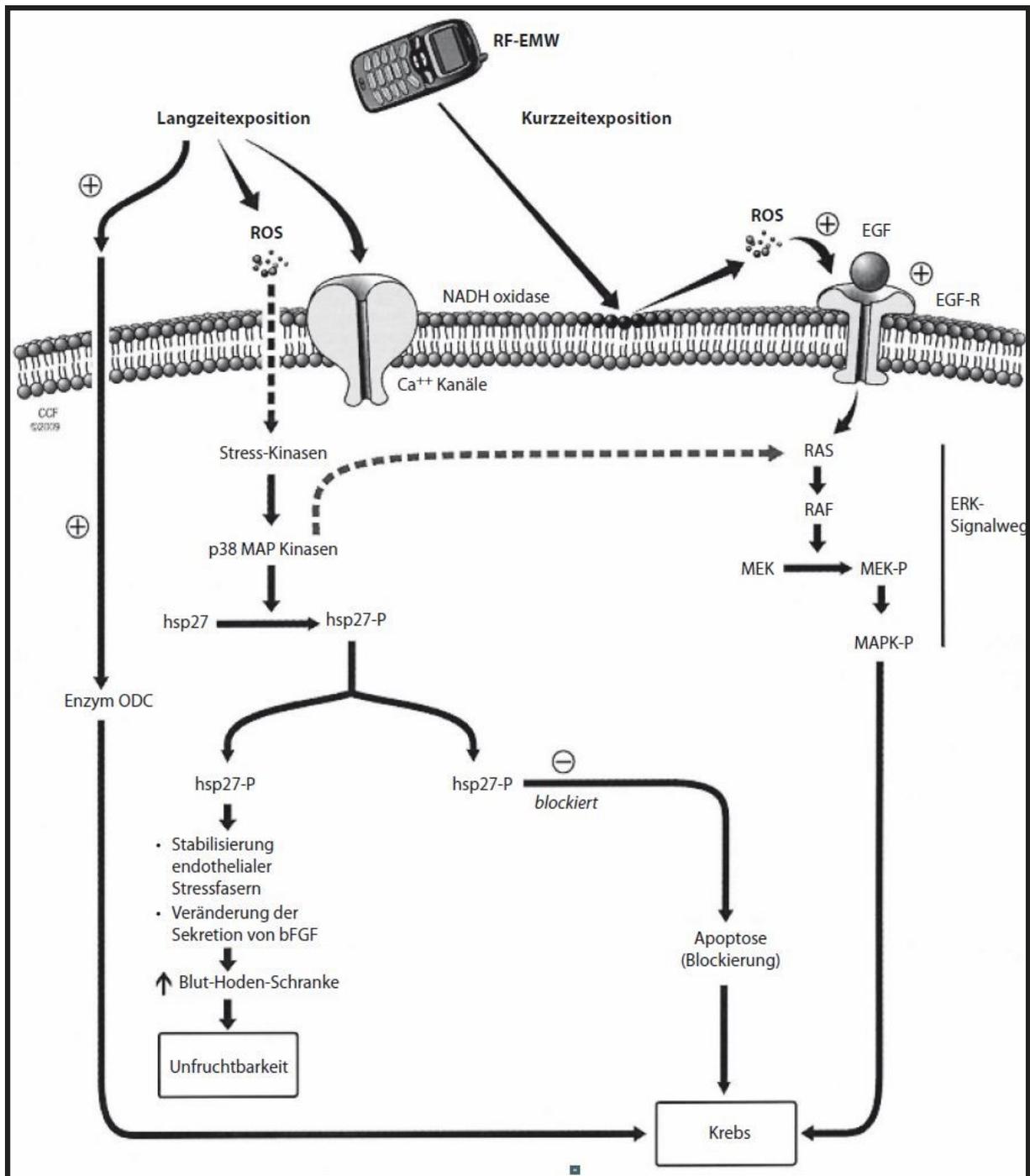
Dieser Bericht bestätigt die Thesen, die Professor Karl Hecht erst kürzlich in seinem Forschungsbericht *„Ist die Unterteilung in ionisierende und nichtionisierende Strahlung noch aktuell?“* (2015) begründet.<sup>18</sup>



## Die Schlussfolgerungen des ECOLOG - Instituts

Das renommierte und sehr zurückhaltend agierende ECOLOG -Institut (Hannover) zieht schon 2011 in einem Review folgenden Schluss:

*„Auch wenn der derzeitige Kenntnisstand noch keine abschließende Bewertung zulässt, sollten gerade junge Männer mit späterem Kinderwunsch aus Vorsorgegründen darauf achten, ihr Mobiltelefon nicht eingeschaltet am Gürtel oder in der Hosentasche zu tragen, z.B. während eines Telefonats mit Freisprecheinrichtung oder mit einem Head-Set, und möglichst auch nicht im Stand-by-Modus. Diese Empfehlungen gelten natürlich auch für das Surfen im Internet mit einem Smartphone. Noch besser ist natürlich, die Geräte überhaupt so wenig wie möglich zu benutzen.“* (EMF-Monitor 5/11)



**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, dass beim Weg der Polyaminsynthese die Entstehungsquote drosselt, und auch indem sie in die Kalziumkanäle in der Plasmamembran eingreifen.“ (Text und Abb. 5 / Grafik aus Desai / Kesari / Agarwal 2009)

## Eine Vorsorgepolitik ist überfällig

Allein die Quantität der Studien, die Schädigungen der Fruchtbarkeit zeigen, ist ein Argument für eine sofortige Vorsorgepolitik. Diese Studien - mit wenigen Ausnahmen - haben in den Zeitschriften den Peer Review Prozess durchlaufen, erfüllen also die wissenschaftlichen Standards. Dass es auch Forschungen gibt - in diesem Bereich nur sehr wenige - die keine Effekte finden, setzt diese Fülle an Ergebnissen nicht außer Kraft. Die Effekte in fast allen aufgeführten Studien traten bei niedrigen Intensitäten, im nicht-thermischen Bereich, also unterhalb der Grenzwerte auf. Der SAR-Wert und die Grenzwerte schützen nur vor thermischen Wirkungen, der SAR-Wert wird bei körpernaher Nutzung oft weit überschritten. Um die Einhaltung der Vorgabe von 2 W/kg-SAR zu prüfen, wird das Plastikmodell eines Kopfes verwendet, welches als "Specific Anthropomorphic Mannequin" (SAM, "spezifische menschenähnliche Puppe") bezeichnet wird und welches die größten 10% der Rekruten des US-Militärs im Jahr 1989 widerspiegelt (Gandhi et al. 2011).<sup>19</sup> Embryos, Kinder, Kranke, alte Personen und „Normal“bürger sind nicht berücksichtigt.

Zudem wurden die nicht-thermischen Wirkungen bei der Grenzwertfestlegung nicht berücksichtigt. Es braucht also neue, nach medizinischen und biologischen Kriterien festgelegte Grenzwerte.<sup>20</sup> Doch auf dieses langwierige behördliche Verfahren kann man nicht warten. Mehr Studien braucht es nicht, um sofort eine Vorsorgepolitik entsprechend den Bestimmungen der EU einzuleiten.<sup>21</sup> Doch das Bundesamt für Strahlenschutz als untergeordnete Behörde kann sich bisher nicht offen dafür aussprechen, denn durch die insgesamt mehr als 55 Milliarden Euro Mobilfunk-Lizenzgebühren sahen sich alle Bundesregierungen nicht nur zum Schweigen verpflichtet, sondern auch zur kritiklosen und aktiven Förderung der Verbreitung dieser Technologie. Von den klammheimlichen Warnungen, die bisher auf die Webseite des Bundesamtes für Strahlenschutz beschränkt blieben und die letztlich der juristischen Absicherung dienen, muss endlich zu einer öffentlich wirksamen Vorsorge- und Aufklärungspolitik übergegangen werden. Auch wundert es, dass die Kirchen, denen das werdende Leben heilig ist, zu diesen Studienergebnissen schweigen. Die Diskussion über die Problematik wäre eine Voraussetzung für Bewegung in der Politik, sie wird in Deutschland auch durch die Medien, die selbst große Umsätze mit der Digitalisierung machen, verhindert. Man kann von einem Schweigekartell zur Absicherung des Profites sprechen. Vor allem andere Länder beginnen dagegen mit gesetzlichen Schutzvorschriften:

- Bis die SAR-Normen überarbeitet sind, empfehlen Israel<sup>22</sup>, Finnland<sup>23</sup>, Frankreich<sup>24</sup> und Indien<sup>25</sup> eine begrenzte Handynutzung von Kindern, die Verwendung von kabelgebundenen Headsets, Benutzung von Freisprechvorrichtungen, lediglich SMS-Nutzung. Das Handy soll bei der Nutzung vom Kopf und vom Körper entfernt gehalten werden, um die Exposition deutlich zu verringern.
- Frankreich verbietet WLAN in Kindergärten (für Kinder bis zu drei Jahren). Das Schutzgesetz für Anwohner und Kin-

derkrippen v. 29.1.2015 in Frankreich kann als Beispiel für die Handlungspflicht des Staates gesehen werden.<sup>26</sup>

- In Taiwan ist für Kinder unter zwei Jahren die Nutzung elektronischer Geräte verboten. Eltern müssen mit Geldstrafen rechnen, wenn sie Kindern ermöglichen, iPads und Smartphones zu verwenden. Jugendliche unter 18 Jahren dürfen Geräte nur eine "angemessene Frist" nutzen.<sup>27</sup>
- In Israel erklärt das Gesundheitsministerium (Israeli Ministry of Health - MoH), dass Vorsorge im Hinblick auf Kinder ab 2015 konsequent umgesetzt werden sollte, da sie anfälliger für das Entstehen von Krebs sind. In Kindergärten und Vorschulen wird WLAN verboten und in Schulen wird die Nutzungsdauer beschränkt. Die Strahlung soll überwacht werden, Alternativen und Verhaltensempfehlungen werden genannt. Mobilfunkanbieter müssen über die Strahlungssicherheit informieren und Freisprechvorrichtungen mitliefern. Abgeraten wird von der Installation von Basisstationen für Schnurlostelefone im Schlafzimmer, Arbeitszimmer oder Kinderzimmer. Die kabellose Kommunikation in Schulen soll verringert werden.<sup>28</sup>
- Eine ähnliche Anwendung des Vorsorgeprinzips geht vom Landtag in Südtirol/Italien aus, um die bestehenden drahtlosen Netzwerke möglichst durch kabelgebundene Netzwerke oder solche zu ersetzen, die weniger Strahlung abgeben.<sup>29</sup>
- Der Schulbezirk Ashland/USA reduziert erstmals in einem öffentlichen Schulbezirk die WLAN-Strahlenbelastung für Kinder durch die Einführung der "Best Practices für mobile Geräte".<sup>30</sup>
- Die erste der zehn neuen Handyregeln der österreichischen Ärztekammer lautet: Kinder und Jugendliche unter 16 Jahren sollten Handys nur für den Notfall mitführen!<sup>31</sup>
- Die Landesärztekammer Baden-Württemberg hat ihre Empfehlungen zu „Mobilfunk und Gesundheit“ aktualisiert. Die Experten des Ausschusses „Prävention und Umwelt“ der Landesärztekammer empfehlen darin unter anderem hinsichtlich der Gesundheit von Kindern, Jugendlichen und Eltern, Mobilfunktelefone und Laptops möglichst wenig und kurz zu benutzen. Die Geräte sollten immer wieder bei Nichtgebrauch abgeschaltet werden. Ferner sollten Handys möglichst nicht in Räumen mit abschirmenden Eigenschaften, wie dem Auto oder öffentlichen Verkehrsmitteln, benutzt werden, denn wegen der Abschirmungswirkung müssten Mobilfunktelefone dort mit maximaler Sendeleistung arbeiten, um die Basisstationen zu erreichen und auf Empfang zu bleiben. Nicht nur aus diesem Grund wird die Einführung von handyfreien Zonen in öffentlichen Verkehrsmitteln und Gebäuden empfohlen (Dtsch Ärztebl 2014; 111(42): A-1817).<sup>32</sup> Ähnliche Empfehlungen spricht die Landesärztekammer Hamburg aus und empfiehlt: Kinder unter zehn Jahren sollten **keine** Mobiltelefone benutzen.<sup>33</sup>
- Auch das Bundesministerium für Umwelt und Naturschutz (BMUB) in Deutschland rät auf einer speziellen Seite für Kinder, vorsichtig zu sein und dass Handy nachts nicht in der Nähe des Kopfes hinzulegen. Besser sei es, mit Headset oder Kopfhörer zu telefonieren.<sup>34</sup>

## Literaturliste Reviews Fertilität

(13 Studien)

Jessica A. Adams, Tamara S. Galloway, Debapriya Mondal, Sandro C. Esteves, Fiona Mathews : Effect of mobile telephones on sperm quality: A systematic review and meta-analysis. *Environment International* 70 (2014) 106–11

Agarwal A, Singh A, Hamada A, Kesari K; Cell Phones and Male Infertility: A Review of Recent Innovations in Technology and Consequences. *Review, Int Braz J Urol* 2011; 37 (4): 432 - 454

Prof. Jitendra Behari, PhD, Dr. Paulraj Rajamani, PhD: Electromagnetic Field Exposure Effects (ELF-EMF and RFR) on Fertility and Reproduction, *BiolInitiative Report Section 18, 2012*

Prof. Carlo V. Bellieni, MD, Dr. Iole Pinto, PhD, Director : Fetal and Neonatal Effects of EMF, *BiolInitiative Report Section 19, 2012*

British Columbia Centre for Disease Control (BCCDC), Environmental Health Services; Vancouver, Canada, National Collaborating Centre for Environmental Health (NCCEH), Vancouver, Canada: Radiofrequency Toolkit for Environmental Health Practitioners; 2013

Madhukar Shivajirao Dama, M Narayana Bhat: Mobile phones affect multiple sperm quality traits: a meta-analysis, [v1; ref status: indexed, <http://f1000r.es/ny>]; *F1000Research* 2013, 2:40 (doi: 10.12688/f1000research.2-40.v1)

Nisarg R. Desai, Kavindra K. Kesari und Ashok Agarwal: Review - Pathophysiology of cell phone radiation: oxidative stress and carcinogenesis with focus on male reproductive system. *Reproductive Biology and Endocrinology* 2009, 7: 114

Deutsche Übersetzung: Pathophysiologie der Mobilfunkstrahlung: Oxidativer Stress und Karzinogenese mit dem Studienschwerpunkt auf dem männlichen Fortpflanzungssystem. *Erschienen in: umweltmedizin-gesellschaft* 3/2010

Inge Schmitz-Feuerhake: Strahlenfolgen Fertilitätsstörungen beim Mann durch ionisierende Strahlung und Mikrowellen, *Strahlentelex* Nr. 594-595 / 2011

Hartmut Voigt: Unfruchtbarkeit beim Mann als mögliche Folge der Nutzung von Mobiltelefonen, *EMF-Monitor*, 5/2011, S.5-7

Myung Chan Gye, Chan Jin Park: Effect of electromagnetic field exposure on the reproductive system *Clin Exp Reprod Med* 2012;39(1):1-9

Walter Mämpel, Sebastian Pflugbeil, Robert Schmitz, Inge Schmitz-Feuerhake: Unterschätzte Gesundheitsgefahren durch Radioaktivität am Beispiel der Radarsoldaten; *Berichte des Otto-Hug Strahleninstitutes*, 2015, Nr. 25; *Gesellschaft für Strahlenschutz e.V.*, Deutschland

La Vignera S, Condorelli RA, Vicari E, D'Agata R, Calogero AE: Effects of the Exposure to Mobile Minireview Phones on Male Reproduction: A Review of the Literature, *Journal of Andrology*, Vol. 33, No. 3, May/June 2012

Yakymenko I, Tsybulin O, Sidorik E, Henshel D, Kyrylenko O, Kyrylenko S: Oxidative mechanisms of biological activity of low-intensity radiofrequency radiation. Oxidative Mechanismen der biologischen Aktivität bei schwachen hochfrequenten Feldern. *Electromagn Biol Med*. 2015 Jul 7:1-17

## Literaturliste Spermien - Hoden

(57 Studien / 26 Rezensiert)

Agarwal A, Desai NR, Makker K, Varghese A, Mouradi R, Sabanegh E, Sharma R : Effects of radiofrequency electromagnetic waves (RF-EMW) from cellular phones on human ejaculated semen: an in vitro pilot study. Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Wellen (RF-EMW) von Mobiltelefonen auf den humanen ejakulierten Samen: Eine in vitro-Pilotstudie. *Erschienen in: Fertil Steril* 2008; *Fertil Steril* 2009; 92 (4): 1318 - 1325

Akdag MZ, Celik MS, Ketani A, Nergiz Y, Deniz M, Dasdag S: Effect of chronic low-intensity microwave radiation on sperm count, sperm morphology, and testicular and epididymal tissues of rats. Wirkung einer chronischen schwachen Mikrowellen-Befeldung auf die Spermien-Anzahl, die Spermien-Morphologie und auf Hoden- und Nebenhoden-Gewebe von Ratten. *Erschienen in: Electro Magnetobiol* 1999; 18 (2): 133 - 145

Al-Ali BM, Patzak J, Fischereeder K, Pummer K, Shamloul R: Cell phone usage and erectile function. Mobiltelefon-Nutzung und Erektionsfähigkeit. *Erschienen in: Cent European J Urol* 2013; 66 (1): 75 - 77

Al-Damegh MA : Rat testicular impairment induced by electromagnetic radiation from a conventional cellular telephone and the protective effects of the antioxidants vitamins C and E. Schädigung der Ratten-Hoden, induziert durch elektromagnetische Befeldung von einem konventionellen Handy und die schützenden Wirkungen der Antioxidantien Vitamin C und E. *Erschienen in: Clinics (Sao Paulo)* 2012; 67 (7): 785 - 792

Atasoy HI, Gunal MY, Atasoy P, Elgun S, Bugdayci G: Immunohistopathologic demonstration of deleterious effects on growing rat testes of radiofrequency waves emitted from conventional Wi-Fi devices. Immunhistopathologische Demonstration nachteiliger Wirkungen hochfrequenter Wellen, emittiert durch konventionelle Wi-Fi-Geräte, auf das Wachstum von Ratten-Hoden. *Erschienen in: J Pediatr Urol* 2013; 9 (2): 223 - 229

Avendano C, Mata A, Sanchez Sarmiento CA, Doncel GF: Use of laptop computers connected to internet through Wi-Fi decreases human sperm motility and increases sperm DNA fragmentation. Die Nutzung von Laptop-Computern, die mit dem Internet über WiFi verbunden sind, vermindert die menschliche Spermienmotilität und erhöht die Spermien-DNA-Fragmentierung. *Erschienen in: Fertil Steril* 2012; 97 (1): 39 - 45.e2

Baste V, Riise T, Moen BE: Radiofrequency electromagnetic fields; male infertility and sex ratio of offspring. Hochfrequente elektromagnetische Felder, männliche Infertilität und Geschlechterverhältnis der Nachkommen. *Erschienen in: Eur J Epidemiol* 2008; 23 (5): 369 - 377

Celik S, Aridogan IA, Izol V, Erdogan S, Polat S, Doran S: An Evaluation of the Effects of Long-term Cell Phone Use on the Testes Via Light and Electron Microscope Analysis. Eine Bewertung der Wirkung von Langzeit-Mobiltelefon-Nutzung auf die Hoden mit Hilfe von Licht- und Elektronenmikroskopie-Analysen. *Erschienen in: (2012), Urology* 79 (2): 346 - 350

Dasdag S, Tas M, Akdag MZ, Yegin K: Effect of long-term exposure of 2.4 GHz radiofrequency radiation emitted from Wi-Fi equipment on testes functions. Wirkung von Langzeitbestrahlung mit 2,4-GHz-WLAN-Geräten auf die Funktionen der Hoden. *Erschienen in: Electromagn Biol Med* 2015; 34 (1): 37–42

Davoudi M, Brossner C, Kuber W: Der Einfluß elektromagnetischer Wellen auf die Spermienmotilität. Influence of electromagnetic waves on sperm motility. *Erschienen in: J Urol Urogynaekol* 2002; 9 (3): 18 - 22

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. Mobilfunk-Befeldung induziert die Produktion reaktiver Sauerstoffspezies und DNA-Schaden in menschlichen Spermatozoen in vitro. Erschienen in: PLoS One 2009; 4 (7): e6446

Erogul O, Oztas E, Yildirim I, Kir T, Aydur E, Komesli G, Irkilata HC, Irmak MK, Peker AF: Effects of electromagnetic radiation from a cellular phone on human sperm motility: an in vitro study. Wirkungen elektromagnetischer Befeldung von Mobiltelefonen auf die Motilität humaner Spermien: Eine in vitro Studie. Erschienen in: Arch Med Res 2006; 37 (7): 840 - 843

Falzone N, Huyser C, Fourie F, Toivo T, Leszczynski D, Franken D: In vitro effect of pulsed 900 MHz GSM radiation on mitochondrial membrane potential and motility of human spermatozoa. In vitro-Wirkung einer gepulsten 900 MHz-GSM-Befeldung auf das Membranpotenzial der Mitochondrien und die Motilität menschlicher Spermien. Erschienen in: Bioelectromagnetics 2008, 29 (4): 268 - 276

Falzone N, Huyser C, Becker P, Leszczynski D, Franken DR: The effect of pulsed 900-MHz GSM mobile phone radiation on the acrosome reaction, head morphometry and zona binding of human spermatozoa. Die Wirkung einer gepulsten 900 MHz GSM-Handy-Befeldung auf die Akrosom-Reaktion, die Kopf-Morphometrie und die Zona-Bindung von menschlichen Spermatozoen. Erschienen in: Int J Androl 2011; 34 (1): 20 - 26

Fejes I, Za Vaczki Z, Szollosi J, Kolosza R S, Daru J, Kova Cs L, Pa L A : Is there a relationship between cell phone use and semen quality? Besteht eine Beziehung zwischen Handy-Nutzung und Samenqualität? Erschienen in: Arch Androl 2005; 51 (5): 385 - 393

Ghanbari M, Mortazavi SB, Khavanin A, Khazaei M: The effects of cell phone waves (900 MHz-GSM band) on sperm parameters and total antioxidant capacity in rats. Die Wirkungen von Handy-Wellen (900 MHz-GSM-Band) auf Spermien-Parameter und die gesamte antioxidative Kapazität bei Ratten. Erschienen in: Int J Fertil Steril 2013; 7 (1): 21 - 28

Gorpinchenko I, Nikitin O, Banyra O, Shulyak A: The influence of direct mobile phone radiation on sperm quality. Der Einfluss direkter Mobiltelefon-Befeldung auf die Spermien-Qualität. Erschienen in: Cent European J Urol 2014; 67 (1): 65 - 71

Gutschi T, Mohamad Al-Ali B, Shamloul R, Pummer K, Trummer H: Impact of cell phone use on men's semen parameters. Einfluss der Handy-Nutzung auf die männlichen Samen-Parameter. Erschienen in: Andrologia 2011; 43 (5): 312 - 316

Imai N, Kawabe M, Hikage T, Nojima T, Takahashi S, Shirai T: Effects on rat testis of 1.95-GHz W-CDMA for IMT-2000 cellular phones. Wirkungen auf die Hoden von Ratten bei 1,95-GHz W-CDMA für IMT-2000-Mobiltelefone. Erschienen in: Syst Biol Reprod Med 2011; 57 (4): 204 - 209

Iorio R, Monache SD, Bennato F, Di Bartolomeo C, Scrimaglio R, Cinque B, Colonna RC: Involvement of mitochondrial activity in mediating ELF-EMF stimulatory effect on human sperm motility. Beteiligung der mitochondrialen Aktivität bei der Vermittlung der ELF-EMF-stimulierenden Wirkung auf die menschliche Spermien-Motilität. Erschienen in: Bioelectromagnetics 2010, 32 (1): 15 - 27

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. Die vorbeugende Wirkung von Vitamin C auf induzierten oxidativen Stress in Ratten-Hoden nach Exposition bei 900 MHz-Hochfrequenz-Wellen erzeugt durch ein Basisstation-Antennen-Modell. Erschienen in: Electromagn Biol Med 2013; 32 (3): 409 - 41

Kesari KK, Kumar S, Behari J : Mobile phone usage and male infertility in Wistar rats. Handy-Nutzung und männliche Infertilität bei Wistar-Ratten. Erschienen in: Indian J Exp Biol 2010; 48 (10): 987 - 992

Kesari KK, Behari J: Microwave exposure affecting reproductive system in male rats. Mikrowellen-Exposition beeinflusst das Fortpflanzungssystem von männlichen Ratten. Erschienen in: Appl Biochem Biotechnol 2010; 162 (2): 416 - 428

Kesari KK, Kumar S, Behari J: Effects of Radiofrequency Electromagnetic Wave Exposure from Cellular Phones on the Reproductive Pattern in Male Wistar Rats. Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Wellen-Exposition durch Handys auf das Reproduktions-Muster männlicher Wistar-Mäuse. Erschienen in: Appl Biochem Biotechnol 2011; 164 (4): 546 - 559

Kesari KK, Behari J: Evidence for mobile phone radiation exposure effects on reproductive pattern of male rats: Role of ROS. Evidenz für Handy-Befeldungs-Wirkungen auf Reproduktions-Muster männlicher Ratten: Rolle von ROS. Erschienen in: Electromagn Biol Med 2012; 31 (3): 213 - 222

Kumar S, Kesari KK, Behari J: Influence of microwave exposure on fertility of male rats. Der Einfluss von Mikrowellen-Exposition auf die Fertilität von männlichen Ratten. Erschienen in: Fertil Steril 2011, 95 (4): 1500 - 1502

Kumar S, Behari J, Sisodia R: Impact of Microwave at X-Band in the aetiology of male infertility. Einfluss von Mikrowellen im X-Band auf die Ätiologie der männlichen Infertilität. Erschienen in: Electromagn Biol Med 2012; 31 (3): 223 - 232

Kumar S, Behari J, Sisodia R: Influence of electromagnetic fields on reproductive system of male rats. Einfluss elektromagnetischer Felder auf das Reproduktionssystem männlicher Ratten. Erschienen in: Int J Radiat Biol 2013; 89 (3): 147 - 154

Kumar S, Nirala JP, Behari J, Paulraj R: Effect of electromagnetic irradiation produced by 3G mobile phone on male rat reproductive system in a simulated scenario. Wirkung elektromagnetischer Befeldung, erzeugt durch ein 3G-Handy auf das männliche Reproduktionssystem der Ratte in einem simulierten Szenario. Erschienen in: Indian J Exp Biol 2014; 52 (9): 890 - 897

Ioana Lancranjan, M Măicănescu, E Rafailă, Iulia Klepsch, H I Popescu: Gonadic Function in Workmen With Long-term Exposure to Microwave. Gonaden Funktion bei Arbeitern, die Langzeitwirkung von Mikrowellen ausgesetzt sind. Health Phys 10/1975; 29(3):381-3.

Li DK, Yan B, Li Z, Gao E, Miao M, Gong D, Weng X, Ferber JR, Yuan W: Exposure to magnetic fields and the risk of poor sperm quality. Exposition bei Magnetfeldern und das Risiko schlechter Spermien-Qualität. Erschienen in: Reprod Toxicol 2010; 29 (1): 86 - 92

Liu C, Duan W, Xu S, Chen C, He M, Zhang L, Yu Z, Zhou Z: Exposure to 1800MHz Radiofrequency Electromagnetic Radiation Induces Oxidative DNA Base Damage in a Mouse Spermatoocyte-Derived Cell Line. Exposition bei 1800 MHz hochfrequenter elektromagnetischer Befeldung induziert oxidativen DNA-Basen-Schaden in einer Maus-Spermatozyten-abgeleiteten Zelllinie. Erschienen in: Toxicol Lett 2013; 218 (1): 2 - 9

Lukac N, Massanyi P, Roychoudhury S, Capcarova M, Tvrda E, Knazicka Z, Kolesarova A, Danko J: In vitro effects of radiofrequency electromagnetic waves on bovine spermatozoa motility. In vitro-Wirkungen von hochfrequenten elektromagnetischen Wellen auf die Rinder-Spermatozoen-Motilität. Erschienen in: J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng 2011; 46 (12): 1417 - 1423

Mailankot M, Kunnath AP, Jayalekshmi H, Koduru B, Valsalan R: Radio frequency electromagnetic radiation (RF-EMR) from GSM (0.9/1.8GHz) mobile phones induces oxidative stress and reduces sperm motility in rats. Hochfrequente elektromagnetische Befeldung (RF-EMR) durch GSM (0.9/1.8GHz)-Mobiltelefone induziert oxidativen Stress und reduziert die Spermien-Motilität von Ratten. Erschienen in: Clinics (Sao Paulo) 2009; 64 (6): 561 - 565

- Meena R, Kumari K, Kumar J, Rajamani P, Verma HN, Kesari KK: Therapeutic approaches of melatonin in microwave radiations-induced oxidative stress-mediated toxicity on male fertility pattern of Wistar rats. Therapeutische Ansätze mit Melatonin bei Mikrowellen-induziertem oxidativem Stress-vermittelter Toxizität bei männlicher Fertilität von Wistar-Ratten. Erschienen in: *Electromagn Biol Med* 2014; 33 (2): 81 - 91
- Meo SA, Al-Drees AM, Husain S, Khan MM, Imran MB: Effects of mobile phone radiation on serum testosterone in Wistar albino rats. Wirkungen einer Mobiltelefon-Befeldung auf das Serum-Testosteron in Wistar-Albino-Ratten. Erschienen in: *Saudi Med J* 2010; 31 (8): 869 - 873
- Meo SA, Arif M, Rashied S, Khan MM, Vohra MS, Usmani AM, Imran MB, Al-Drees AM: Hypospermatogenesis and spermatozoa maturation arrest in rats induced by mobile phone radiation. Hypospermatogenesis und Spermatozoen-Reifung setzt bei Ratten aus, hervorgerufen durch Mobiltelefon-Befeldung. Erschienen in: *J Coll Physicians Surg Pak* 2011; 21 (5): 262 - 265
- Milan PB, Nejad DM, Ghanbari AA, Rad JS, Nasrabadi HT, Roudkenar MH, Roushandeh AM, Goldust M: Effects of Polygonum aviculare herbal extract on sperm parameters after EMF exposure in mouse. Wirkungen des Kräuter-Extrakts Polygonum aviculare auf die Spermien-Parameter nach EMF-Exposition von Mäusen. Erschienen in: *Pak J Biol Sci* 2011; 14 (13): 720 - 724
- Mollerlokken OJ, Moen BE : Is fertility reduced among men exposed to radiofrequency fields in the Norwegian Navy? Ist die Fruchtbarkeit bei Männern reduziert, die bei hochfrequenten Feldern der norwegischen Marine exponiert wurden? Erschienen in: *Bioelectromagnetics* 2008; 29 (5): 345 - 352
- Odaci E, Ozyilmaz C: Exposure to a 900 MHz electromagnetic field for one hour a day over 30 days does change the histopathology and biochemistry of the rat testis. Exposition bei einem 900 MHz-elektromagnetischen Feld für eine Stunde pro Tag für 30 Tage verändert die Histopathologie und Biochemie von Ratten-Hoden. Erschienen in: 2015, *Int J Radiat Biol* 91 (7): 547 - 554
- Odaci E, Hanci H, Yulug E, Turedi S, Aliyazicioglu Y, Kaya H, Colakoglu S: Effects of prenatal exposure to a 900 MHz electromagnetic field on 60-day-old rat testis and epididymal sperm quality. Wirkungen einer pränatalen Exposition gegenüber einem elektromagnetischen 900 MHz-Feld auf 60-Tage-alte Ratten-Hoden und die Spermien-Qualität der Nebenhoden. Erschienen in: 2015, *Biotech Histochem* 91 (1): 9 - 19
- 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. Schützende Wirkung von Melatonin vor oxidativer Schädigung im Ratten-Hoden, die durch drahtlose Geräte (2,45 GHz) ausgelöst wurde. Erschienen in: 2014, *Andrologia* 46 (1): 65 - 72
- Otitolaju AA, Obe IA, Adewale OA, Otubanjo OA, Osunkalu VO: Preliminary Study on the Induction of Sperm Head Abnormalities in Mice, Mus musculus, Exposed to Radiofrequency Radiations from Global System for Mobile Communication Base Stations. Vorstudie zur Induktion von Spermienkopf-Anomalien bei Mäusen, Mus musculus, die bei hochfrequenter Befeldung von Global System for Mobile Communication- Basisstation exponiert wurden. Erschienen in: (2010), *Bull Environ Contam Toxicol* 84 (1): 51 - 54
- Rago R, Salacone P, Caponecchia L, Sebastianelli A, Marcucci I, Calogero AE, Condorelli R, Vicari E, Morgia G, Favilla V, Cimino S, Arcoria AF, La Vignera S: The semen quality of the mobile phone users. Die Spermien-Qualität von Handy-Nutzern. Erschienen in: *J Endocrinol Invest* 2013; 36 (11): 970 - 974
- Sarookhani MR, Asiabanha Rezaei M, Safari A, Zaroushani V, Ziaeiha M: The influence of 950 MHz magnetic field (mobile phone radiation) on sex organ and adrenal functions of male rabbits. Der Einfluss von 950 MHz-Magnetfeld (Handy-Befeldung) auf Geschlechtsorgan- und Nebennieren- Funktionen bei männlichen Kaninchen. Erschienen in: *Afr J Biochem Res* 2011; 5 (2): 65 - 68
- Saygin M, Caliskan S, Karahan N, Koyu A, Gumral N, Uguz AC: Testicular apoptosis and histopathological changes induced by a 2.45 GHz electromagnetic field. Testikuläre Apoptose und histopathologische Veränderungen, induziert durch ein 2,45 GHz elektromagnetisches Feld. Erschienen in: 2011, *Toxicol Ind Health* 27 (5): 455 - 463
- Sepehrimanesh M, Saeb M, Nazifi S, Kazemipour N, Jelodar G, Saeb S: Impact of 900 MHz electromagnetic field exposure on main male reproductive hormone levels: a Rattus norvegicus model. Wirkung der Exposition bei einem elektromagnetischen Feld (900 MHz) auf den Gehalt der wichtigsten männlichen Fortpflanzungs-Hormone: ein Rattus norvegicus-Modell. Erschienen in: *Int J Biometeorol* 2014; 58 (7): 1657 - 1663
- Sokolovic D, Djordjevic B, Kocic G, Stoimenov TJ, Stanojkovic Z, Sokolovic DM, Veljkovic A, Ristic G, Despotovic M, Milisavljevic D, Jankovic R, Binic I: The Effects of Melatonin on Oxidative Stress Parameters and DNA Fragmentation in Testicular Tissue of Rats Exposed to Microwave Radiation. Die Wirkungen von Melatonin auf oxidative Stress-Parameter und DNA-Fragmentierung im Hoden-Gewebe von Ratten, exponiert bei Mikrowellen. Erschienen in: *Adv Clin Exp Med* 2015; 24 (3): 429 - 436
- Tas M, Dasdag S, Akdag MZ, Cirit U, Yegin K, Seker U, Ozmen MF, Eren LB: Long-term effects of 900 MHz radiofrequency radiation emitted from mobile phone on testicular tissue and epididymal semen quality. Langzeit-Wirkungen einer 900 MHz-Hochfrequenz-Befeldung, emittiert durch Handys, auf das Hoden-Gewebe und die Samen-Qualität der Nebenhoden. Erschienen in: *Electromagn Biol Med* 2014; 33 (3): 216 - 222
- Wdowiak A, Wdowiak L, Wiktor H : Evaluation of the effect of using mobile phones on male fertility. Auswertung der Wirkungen des Handy-Gebrauchs auf die männliche Fruchtbarkeit. *Ann Agric Environ Med* 2007; 14 (1): 169 - 172
- Weyandt TB, Schrader SM, Turner TW, Simon SD.: Semen analysis of military personnel associated with military duty assignments. Samenanalyse bei militärischem Personal im Zusammenhang mit seinem Militärdienst. Erschienen in: *Reprod Toxicol*. 1996 Nov-Dec;10 (6):521-8.
- Wu H, Wang D, Shu Z, Zhou H, Zuo H, Wang S, Li Y, Xu X, Li N, Peng R: Cytokines produced by microwave-radiated Sertoli cells interfere with spermatogenesis in rat testis. Zytokine, erzeugt in Mikrowellen-befeldeten Sertoli-Zellen interferieren mit der Spermatogenese in den Hoden von Ratten. Erschienen in: *Andrologia* 2012; 44 : 590 - 599
- Yan JG, Agresti M, Bruce T, Yan YH, Granlund A, Matloub HS: Effects of cellular phone emissions on sperm motility in rats. Wirkungen von Mobiltelefon-Emissionen auf die Spermienmotilität der Ratte. Erschienen in: *Fertil Steril* 2007; 88 (4): 957 - 964
- Yildirim ME, Kaynar M, Badem H, Cavis M, Karatas OF, Cimentepe E: What is harmful for male fertility: Cell phone or the wireless internet? Was ist schädlich für die männliche Fertilität: Mobiltelefon oder drahtloses Internet? Erschienen in: *Kaohsiung J Med Sci* 2015; 31 (9): 480 - 484
- Zalata A, El-Samanoudy AZ, Shaalan D, El-Baiomy Y, Mostafa T: In vitro effect of cell phone radiation on motility, DNA fragmentation and clusterin gene expression in human sperm. In vitro-Wirkung einer Mobiltelefon-Exposition auf die Motilität, DNA-Fragmentierung

und Clusterin-Genexpression im menschlichen Sperma. Erschienen in: *Int J Fertil Steril* 2015; 9 (1): 129 - 136

Zeng L, Ji X, Zhang Y, Miao X, Zou C, Lang H, Zhang J, Li Y, Wang X, Qi H, Ren D, Guo G: MnSOD expression inhibited by electromagnetic pulse radiation in the rat testis. MnSOD-Expression wird durch gepulste elektromagnetische Felder im Hoden von Ratten unterdrückt. Erschienen in: *Electromagn Biol Med* 2011; 30 (4): 205 - 218

Zilberlicht A, Wiener-Megnazi Z, Sheinfeld Y, Grach B, Lahav-Baratz S, Dirnfeld M: Habits of cell phone usage and sperm quality - does it warrant attention? Gewohnheiten der Mobiltelefon-Nutzung und Spermien-Qualität - ist Vorsicht gerechtfertigt? Erschienen in: *Reprod Biomed Online* 2015; 31 (3): 421 - 426

## Literaturliste Embryo & Oogenese (73 Studien/ 32 Rezensiert)

Albert EN, Sherif MF, Papadopoulos NJ, Slaby FJ, Monahan J: Effect of nonionizing radiation on the Purkinje cells of the rat cerebellum. Wirkung nicht-ionisierender Strahlung auf die Purkinje Zellen des Kleinhirns der Ratte. Erschienen in: *Bioelectromagnetics* 1981; 2 (3): 247 - 257

Aldad TS, Gan G, Gao XB, Taylor HS: Fetal Radiofrequency Radiation Exposure From 800-1900 Mhz-Rated Cellular Telephones Affects Neurodevelopment and Behavior in Mice. Fötale hochfrequente Feld-Exposition bei 800-1900 MHz-Mobiltelefonen beeinflusst die Entwicklung des Nervensystems und das Verhalten bei Mäusen. Erschienen in: *Sci Rep* 2012; 2 : 312

Amer FI, El Shabaka HA, Zakaria I, Mohammed HA Effect Of Microwave Radiation On The Retina Of Mice Embryos. Wirkungen von Mikrowellen-Strahlung auf die Netzhaut von Mäuse-Embryonen. Erschienen in: *JBLs* 2013; 4 (2): 215 - 231

Balmori A: Mobile phone mast effects on common frog (*Rana temporaria*) tadpoles: the city turned into a laboratory. Mobilfunk-Mast-Wirkungen auf Grasfrosch (*Rana temporaria*)-Kaulquappen: die Stadt wird zum Labor. Erschienen in: *Electromagn Biol Med* 2010; 29 (1-2): 31 - 35

Baste V, Moen BE, Oftedal G, Strand LA, Bjorge L, Hansson Mild K: Pregnancy Outcomes After Paternal Radiofrequency Field Exposure Aboard Fast Patrol Boats. Schwangerschaftsverläufe nach väterlicher Exposition bei hochfrequenten Feldern an Bord von Patrouillenschneellbooten. Erschienen in: *J Occup Environ Med* 2012; 54 (4): 431 - 438

Bastide M, Youbicier-Simo BJ, Lebecq JC, Giaimis J: Toxicologic study of electromagnetic radiation emitted by television and video display screens and cellular telephones on chickens and mice. Toxikologische Untersuchung der von Fernseh- und Video-Bildschirmen sowie Mobiltelefonen ausgesandten elektromagnetischen Felder an Hühnern und Mäusen. Erschienen in: *Indoor Built Environ* 2001; 10 : 291 - 298

Berman E, Kinn JB, Carter HB: Observations of mouse fetuses after irradiation with 2.45 GHz microwaves. Beobachtungen an Feten der Maus nach Befeldung bei 2,45 GHz-Mikrowellen. Erschienen in: *Health Phys* 1978; 35 (6): 791 - 801

Berman E, Carter HB, House D: Reduced weight in mice offspring after in utero exposure to 2450-MHz (CW) microwaves. Vermindertes Gewicht bei den Maus-Nachkommen nach 2450 MHz (CW)-Mikrowellen-Befeldung im Uterus. Erschienen in: *Bioelectromagnetics* 1982; 3 (2): 285 - 291

Berman E, Carter HB: Decreased body weight in fetal rats after irradiation with 2450-MHz (CW) microwaves. Vermindertes Körpergewicht

bei fötalen Ratten nach der Befeldung mit 2450 MHz (CW)-Mikrowellen. Erschienen in: *Health Phys* 1984; 46 (3): 537 - 542

Boga A, Emre M, Sertdemir Y, Akillioglu K, Binokay S, Demirhan O: The effect of 900 and 1800 MHz GSM-like radiofrequency irradiation and nicotine sulfate administration on the embryonic development of *Xenopus laevis*. Die Wirkung von 900 und 1800 MHz GSM-ähnlicher Hochfrequenz-Exposition und Nikotinsulfat-Gabe auf die embryonale Entwicklung von *Xenopus laevis*. Erschienen in: *Ecotoxicol Environ Saf* 2014; 113 : 378 - 390

Buchner K, Eger H, Hopper J: Reduzierte Fruchtbarkeit und vermehrte Missbildungen unter Mobilfunkstrahlung- Dokumentation aus einem landwirtschaftlichen Nutzbetrieb. Reduced Fertility and Increased Number of Birth Defects under Cell Phone Radiation- Documentation from a Pig Farm. Erschienen in: *Umwelt - Medizin - Gesellschaft* 2014; 27 (3): 182 - 191

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. Überproduktion von freien Radikalen in embryonalen Zellen, exponiert bei schwachen hochfrequenten Feldern. Erschienen in: *Exp Oncol* 2013; 35 (3): 219 - 225

Caddemi A, Tamburello CC, Zanforlin L, Torregrossa MV: Microwave effects on isolated chick embryo hearts. Mikrowellen-Wirkungen auf isolierte Hühner-Embryo-Hezen. Erschienen in: *Bioelectromagnetics* 1986; 7 (4): 359 - 367

Cervellati F, Valacchi G, Lunghi L, Fabbri E, Valbonesi P, Marci R, Biondi C, Vesce F: 17-Estradiol Counteracts the Effects of High Frequency Electromagnetic Fields on Trophoblastic Connexins and Integrins. 17-Östradiol wirkt den Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf trophoblastische Connexine und Integrine entgegen. Erschienen in: *Oxid Med Cell Longev* 2013; 2013 : 280850

Cervellati F, Franceschetti G, Lunghi L, Franzellitti S, Valbonesi P, Fabbri E, Biondi C, Vesce F: Effect of high-frequency electromagnetic fields on trophoblastic connexins. Wirkung hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf Trophoblasten-Connexine. Erschienen in: *Reprod Toxicol* 2009; 28 (1): 59 - 65

Cetin H, Naziroglu M, Celik O, Yuksel M, Pastaci N, Ozkaya MO : Liver antioxidant stores protect the brain from electromagnetic radiation (900 and 1800 MHz)-induced oxidative stress in rats during pregnancy and the development of offspring. Der Antioxidationsmittel-Speicher in der Leber schützt das Gehirn von Ratten während der Trächtigkeit und der Entwicklung der Nachkommenschaft vor oxidativem Stress, induziert durch elektromagnetische Strahlung (900 und 1800 MHz). Erschienen in: *J Matern Fetal Neonatal Med* 2014; 27 (18): 1915 - 1921

Chavdoula ED, Panagopoulos DJ, Margaritis LH: Comparison of biological effects between continuous and intermittent exposure to GSM-900-MHz mobile phone radiation: Detection of apoptotic cell-death features. Vergleich der biologischen Wirkungen zwischen kontinuierlicher und intermittierender Exposition bei GSM 900 MHz Mobiltelefon-Befeldung: Nachweis von apoptotischen Zelltod-Merkmalen. Erschienen in: *Mutat Res* 2010; 700 (1-2): 51 - 61

Chen C, Ma Q, Liu C, Deng P, Zhu G, Zhang L, He M, Lu Y, Duan W, Pei L, Li M, Yu Z, Zhou Z (2014) : Exposure to 1800 MHz radiofrequency radiation impairs neurite outgrowth of embryonic neural stem cells. Einwirkung von 1800-MHz-Strahlung hemmt das Neuritenwachstum von embryonalen neuronalen Stammzellen. Erschienen in: *Nature* 2014 *Scientific Reports* 4; doi:10.1038/srep05103; <http://www.nature.com/srep/2014/140529/srep05103/full/srep05103.html>

Clark ML, Burch JB, Yost MG, Zhai Y, Bachand AM, Fitzpatrick CT, Ramaprasad J, Cragin LA, Reif JS: Biomonitoring of estrogen and

melatonin metabolites among women residing near radio and television broadcasting transmitters. Biologisches Monitoring von Östrogen- und Melatonin-Metaboliten bei Frauen, die in der Nähe von Radio- und Fernseh-Sendern wohnen. Erschienen in: *J Occup Environ Med* 2007; 49 (10): 1149 - 1156

Divan HA, Kheifets L, Obel C, Olsen J: Prenatal and Postnatal Exposure to Cell Phone Use and Behavioral Problems in Children. Pränatale und postnatale Exposition bei Mobiltelefon-Nutzung und Verhaltens-Probleme bei Kindern. Erschienen in: 2008, *Epidemiology* 19 (4): 523 - 529

Divan HA, Kheifets L, Obel C, Olsen J: Cell phone use and behavioural problems in young children. Mobiltelefon-Nutzung und Verhaltens-Probleme bei Kindern. Erschienen in: 2012, *J Epidemiol Community Health* 66 (6): 524 - 529

Ferreira AR, Knakievicz T, Pasquali MA, Gelain DP, Dal-Pizzol F, Fernandez CE, de Salles AA, Ferreira HB, Moreira JC: Ultra high frequency-electromagnetic field irradiation during pregnancy leads to an increase in erythrocytes micronuclei incidence in rat offspring. Befeldung mit einem ultrahochfrequenten, elektromagnetischen Feld während der Trächtigkeit führt zu einem Anstieg in der Mikronuklei-Häufigkeit bei den Erythrozyten der Nachkommenschaft. Erschienen in: *Life Sci* 2006; 80 (1): 43 - 50

Fournier NM, Mach QH, Whissell PD, Persinger MA: Neurodevelopmental anomalies of the hippocampus in rats exposed to weak intensity complex magnetic fields throughout gestation. Abweichungen in der Nervenentwicklung des Hippokampus bei Ratten, exponiert bei schwachen komplexen Magnetfeldern während der Trächtigkeit. Erschienen in: *Int J Dev Neurosci* 2012; 30 (6): 427 - 433

Fragopoulou AF, Koussoulakos SL, Margaritis LH: Cranial and postcranial skeletal variations induced in mouse embryos by mobile phone radiation. Kraniale und postkraniale skelettartige Veränderungen, induziert in Mäuse-Embryonen durch Mobiltelefon-Befeldung. Erschienen in: *Pathophysiology* 2010; 17 (3): 169 - 177

Franzellitti S, Valbonesi P, Contin A, Biondi C, Fabbri E: HSP70 expression in human trophoblast cells exposed to different 1.8 Ghz mobile phone signals. HSP70-Expression in humanen Trophoblasten-Zellen, die bei verschiedenen 1,8 GHz-Mobilfunk-Signalen exponiert wurden. Erschienen in: *Radiat Res* 2008; 170 (4): 488 - 497

Franzellitti S, Valbonesi P, Ciancaglini N, Biondi C, Contin A, Bersani F, Fabbri E: Transient DNA damage induced by high-frequency electromagnetic fields (GSM 1.8GHz) in the human trophoblast HTR-8/SVneo cell line evaluated with the alkaline comet assay. Transienter DNA-Schaden, induziert durch hochfrequente elektromagnetische Felder (GSM, 1,8 GHz) in der menschlichen Trophoblasten-Zelllinie HTR-8/SVneo, bewertet mit dem alkalischen Komet-Assay. Erschienen in: *Mutat Res* 2010; 683 (1-2): 35 - 42

Furtado Filho OV, Borba JB, Dallegrave A, Pizzolato TM, Henriques JA, Moreira JC, Saffi J: Effect of 950 MHz UHF Electromagnetic radiation on biomarkers of oxidative damage, metabolism of UFA and antioxidants in the liver of young rats of different ages. Wirkung einer elektromagnetischen Befeldung bei 950 MHz UHF auf die Biomarker von oxidativen Schäden, dem Stoffwechsel von nicht gesättigten Fettsäuren und Antioxidantien in der Leber von jungen Ratten unterschiedlichen Alters. Erschienen in: 2014, *Int J Radiat Biol* 90 (2): 159 - 168

Furtado-Filho OV, Borba JB, Maraschin T, Souza LM, Henriques Jose JAP, Moreira CF, Saffi J: Effects of chronic exposure to 950 MHz ultra-high-frequency electromagnetic radiation on reactive oxygen species metabolism in the right and left cerebral cortex of young rats of different ages. Wirkungen einer chronischen Exposition bei 950 MHz ultrahochfrequenter elektromagnetischer Strahlung auf den reaktiven Sauerstoffspezies-Metabolismus im rechten und linken zerebralen

Kortex junger Ratten unterschiedlichen Alters. Erschienen in: *Int J Radiat Biol* 2015; 91 (11): 891 - 897

Geronikolou S, Zimeras S, Davos CH, Michalopoulos I, Tsitomeneas S: Diverse radiofrequency sensitivity and radiofrequency effects of mobile or cordless phone near fields exposure in *Drosophila melanogaster*. Unterschiedliche Hochfrequenz-Empfindlichkeit und Hochfrequenz-Wirkungen der Nahfeld-Exposition gegenüber Mobiltelefonen und schnurlosen Telefonen bei *Drosophila melanogaster*. Erschienen in: *PLoS One* 2014; 9 (11): e112139

Gul A, Celebi H, Ugras S: The effects of microwave emitted by cellular phones on ovarian follicles in rats. Die Wirkungen von Mikrowellen, die von Mobiltelefonen ausgehen, auf die Ei-Follikel bei Ratten. Erschienen in: *Arch Gynecol Obstet* 2009; 280 (5): 729 - 733

Haghani M, Shabani M, Moazzami K: Maternal mobile phone exposure adversely affects the electrophysiological properties of Purkinje neurons in rat offspring. Mütterliche Mobiltelefon-Exposition beeinträchtigt die electrophysiologischen Eigenschaften der Purkinje-Nervenzellen in den Nachkommen von Ratten. Erschienen in: *Neuroscience* 2013, 250: 588 - 598

Hanci H, Odaci E, Kaya H, Aliyazicioglu Y, Turan I, Demir S, Colakoglu S: The effect of prenatal exposure to 900-megahertz electromagnetic field on the 21-old-day rat testicle. Der Einfluss der pränatalen Exposition bei einem elektromagnetischen 900-Megahertz-Feld auf den 21 Tage-alten Hoden der Ratte. Erschienen in: *Reprod Toxicol* 2013, 42: 203 - 209

Hanci H, Turedi S, Topal Z, Mercantepe T, Bozkurt I, Kaya H, Ersoz S, Unal B, Odaci E: 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? Kann eine pränatale Exposition bei einem 900 MHz elektromagnetischen Feld die Morphologie der Milz und des Thymus beeinflussen und Biomarker für oxidativen Schaden bei 21-Tage-alten männlichen Ratten verändern? Erschienen in: *Biotech Histochem* 2015; 90 (7): 535 - 543

Hou Q, Wang M, Wu S, Ma X, An G, Liu H, Xie F: Oxidative changes and apoptosis induced by 1800-MHz electromagnetic radiation in NIH/3T3 cells. Oxidative Veränderungen und Apoptose hervorgerufen durch 1800 MHz elektromagnetischen Feldern bei NIH/3T3-Zellen. Erschienen in: *Electromagn Biol Med* 2015; 34 (1): 85 - 92

Inouye M, Galvin Jr MJ, McRee DI: Effects of 2.45 GHz microwave radiation on the development of Japanese quail cerebellum. Wirkungen einer 2,45 GHz-Mikrowellen-Befeldung bei der Kleinhirn-Entwicklung der japanischen Wachtel. Erschienen in: *Teratology* 1982; 25 (1): 115 - 121

Jensh RP, Vogel WH, Brent RL: An evaluation of the teratogenic potential of protracted exposure of pregnant rats to 2450-MHz microwave radiation. II. Postnatal psychophysiological analysis. Eine Bewertung des teratogenen Potentials einer verlängerten Exposition schwangerer Ratten bei 2450 MHz. II. Postnatale psychophysiologische Analyse. Erschienen in: *J Toxicol Environ Health* 1983; 11 (1): 37 - 59

Jing J, Yuhua Z, Xiao-Qian Y, Rongping J, Dong-Mei G, Xi C: The influence of microwave radiation from cellular phone on fetal rat brain. Der Einfluss von Mikrowellen-Befeldung von Handys auf das fötale Ratten-Hirn. Erschienen in: *Electromagn Biol Med* 2012; 31 (1): 57 - 66

Kismali G, Ozgur E, Guler G, Akcay A, Sel T, Seyhan N: The influence of 1800 MHz GSM-like signals on blood chemistry and oxidative stress in non-pregnant and pregnant rabbits. Der Einfluss von 1800 MHz-GSM-Signalen auf die Blut-Chemie und oxidativen Stress bei nicht-trächtigen und trächtigen Kaninchen. Erschienen in: 2012, *Int J Radiat Biol*, 88 (5): 414 - 419

Köktürk S, Yardimoglu M, Celikozlu SD, Dolanbay EG, Cimbiz A: Effect of *Lycopersicon esculentum* extract on apoptosis in the rat cerebellum, following prenatal and postnatal exposure to an electromagnetic field. Einfluss von *Lycopersicon esculentum*-Extrakt auf die Apoptose im Kleinhirn von Ratten im Anschluss an pränatale und postnatale Exposition in einem elektromagnetischen Feld. Erschienen in: *Exp Ther Med* 2013; 6 (1): 52 - 56

Li DK, Odouli R, Wi S, Janevic T, Golditch I, Bracken TD, Senior R, Rankin R, Iriye R: A population-based prospective cohort study of personal exposure to magnetic fields during pregnancy and the risk of miscarriage. epidemiol. Eine bevölkerungsbezogene prospektive Kohortenstudie zur persönlichen Exposition bei Magnetfeldern während der Schwangerschaft und dem Risiko für eine Fehlgeburt. Erschienen in: *Epidemiology* 2002, 13 (1): 9 - 20

Li D-K, Chen H, Odouli R: Maternal exposure to magnetic fields during pregnancy in relation to the risk of asthma in offspring. Mütterliche Exposition bei Magnetfeldern während der Schwangerschaft in Bezug auf das Risiko von Asthma bei den Nachkommen. Erschienen in: *Arch Pediatr Adolesc Med* 2011, 165 (10): 945 - 950

Li DK, Ferber JR, Odouli R, Quesenberry Jr CP: A Prospective Study of In-utero Exposure to Magnetic Fields and the Risk of Childhood Obesity. Eine prospektive Studie zur in utero-Exposition bei Magnetfeldern und dem Risiko von Fettleibigkeit bei Kindern. Erschienen in: *Sci Rep* 2012, 2: 540-1 - 540-6

Luo Q, Jiang Y, Jin M, Xu J, Huang HF: Proteomic Analysis on the Alteration of Protein Expression in the Early-Stage Placental Villous Tissue of Electromagnetic Fields Associated With Cell Phone Exposure. Proteom-Analyse zur Änderung der Protein-Expression im frühstadlichen villösen Plazenta-Gewebe durch elektromagnetische Felder in Verbindung mit Mobiltelefon-Exposition. Erschienen in: *Reprod Sci* 2013, 20 (9): 1055 - 1061

Magras IN, Xenos TD: RF radiation-induced changes in the prenatal development of mice. Hochfrequenz-Befeldungs-induzierte Veränderungen in der pränatalen Entwicklung von Mäusen. Erschienen in: *Bioelectromagnetics* 1997; 18 (6): 455 - 461

Mahmoudabadi FS, Ziaei S, Firoozabadi M, Kazemnejad A: Use of mobile phone during pregnancy and the risk of spontaneous abortion. Mobiltelefon-Nutzung während der Schwangerschaft und Risiko einer spontanen Fehlgeburt. Erschienen in: *J Environ Health Sci Eng* 2015; 13 : 34-1 - 34-4

Manta AK, Stravopodis DJ, Papassideri IS, Margaritis LH: Reactive oxygen species elevation and recovery in *Drosophila* bodies and ovaries following short-term and long-term exposure to DECT base EMF. Anstieg reaktiver Sauerstoffspezies und Erholung in *Drosophila*-Körpern und -Eierstöcken nach kurzzeitiger und anhaltender Exposition bei DECT-Basis-EMF. Erschienen in: *Electromagn Biol Med* 2014; 33 (2): 118 - 131

Margaritis LH, Manta AK, Kokkaliaris KD, Schiza D, Ali-misis K, Barkas G, Georgiou E, Giannakopoulou O, Kollia I, Kontogianni G, Kourouzidou A, Myari A, Roumelioti F, Skou-roliaiou A, Sykioti V, Varda G, Xenos K, Ziomas K. : *Drosophila* oogenesis as a bio-marker responding to EMF sources. Eireifung bei *Drosophila* als ein Biomarker für die Reaktion auf elektromagnetische Feldquellen. Erschienen in: *Electromagn Biol Med* 2014; 33 (3): 165-189

Odaci E, Bas O, Kaplan S: Effects of prenatal exposure to a 900 MHz electromagnetic field on the dentate gyrus of rats: a stereological and histopathological study. Wirkungen einer pränatalen Exposition bei einem elektromagnetischen 900 MHz-Feld auf den Gyrus dentatus der Ratte: eine stereologische und histopathologische Studie. Erschienen in: *Brain Res* 2008; 1238 : 224 - 229

Odaci E, Ünal D, Mercantepe T, Topal Z, Hanci H, Türedi S, Erol HS, Mungan S, Kaya H, Colakoglu S: Pathological effects of prenatal exposure to a 900 MHz electromagnetic field on the 21-day-old male rat kidney. Pathologische Wirkungen der pränatalen Exposition bei einem elektromagnetischen 900 MHz-Feld auf die Nieren von 21 Tage alten männlichen Ratten. Erschienen in: *Biotech Histochem* 2015; 90 (2): 93 - 101

Ozgun E, Kismali G, Guler G, Akcay A, Ozkurt G, Sel T, Seyhan N: Effects of Prenatal and Postnatal Exposure to GSM-Like Radiofrequency on Blood Chemistry and Oxidative Stress in Infant Rabbits, an Experimental Study. Wirkungen pränataler und postnataler Exposition gegenüber GSM-ähnlicher Hochfrequenz auf die Blut-Chemie und oxidativen Stress bei jungen Kaninchen, eine experimentelle Studie. Erschienen in: *Cell Biochem Biophys* 2013,67 (2): 743 - 751

Ozorak A, Naziroglu M, Celik O, Yuksel M, Ozcelik D, Ozkaya MO, Cetin H, Kahya MC, Kose SA: Wi-Fi (2.45 GHz)- and Mobile Phone (900 and 1800 MHz)-Induced Risks on Oxidative Stress and Elements in Kidney and Testis of Rats During Pregnancy and the Development of Offspring. Wi-Fi (2.45 GHz)- und Handy (900 und 1800 MHz)-induzierte Risiken auf oxidativen Stress und Elemente in der Niere und den Hoden von Ratten während der Trächtigkeit und der Entwicklung der Nachkommen. Erschienen in: *Biol Trace Elem Res* 2013,156 (1-3): 221 - 229

Panagopoulos DJ, Karabarounis A, Margaritis LH: Effect of GSM 900 MHz mobile phone radiation on the reproductive capacity of *Drosophila melanogaster*. Wirkung von 900 MHz GSM-Mobiltelefon-Befeldung auf die Reproduktions-Vermögen von *Drosophila melanogaster*. Erschienen in: *Electromagn Biol Med* 2004; 23 (1): 29 - 43

Panagopoulos DJ, Chavdoula ED, Karabarounis A, Margaritis LH: Comparison of bioactivity between GSM 900 MHz and DCS 1800 MHz mobile telephony radiation. Vergleich der Bioaktivität zwischen GSM 900 MHz und DCS 1800 MHz Mobilfunk-Befeldung. Erschienen in: *Electromagn Biol Med* 2007; 26 (1): 33 - 44

Panagopoulos DJ, Chavdoula ED, Nezis IP, Margaritis LH: Cell death induced by GSM 900-MHz and DCS 1800-MHz mobile telephony radiation. Zelltod, induziert durch GSM 900 MHz und DCS 1800 MHz Mobiltelefon-Strahlung. Erschienen in: *Mutat Res* 2007; 626 (1-2): 69 - 78

Panagopoulos DJ, Margaritis LH: Biological and Health Effects of Mobile Telephone Radiations. Biologische und gesundheitliche Auswirkungen von Handy-Strahlungen. Erschienen in: *Int J Med Biol Front* 2009; 15 (1-2): 33 - 76

Panagopoulos DJ, Chavdoula ED, Margaritis LH: Bioeffects of mobile telephony radiation in relation to its intensity or distance from the antenna. Bioeffekte der Handy-Befeldung im Verhältnis zu ihrer Stärke oder Distanz zur Antenne. Erschienen in: *Int J Radiat Biol* 2010; 86 (5): 345 - 357

Panagopoulos DJ, Margaritis LH: The identification of an intensity 'window' on the bioeffects of mobile telephony radiation. Die Identifizierung eines Intensitäts-Fensters der Bioeffekte durch eine Handy-Befeldung. Erschienen in: *Int J Radiat Biol* 2010; 86 (5): 358 - 366

Panagopoulos DJ, Margaritis LH: The effect of exposure duration on the biological activity of mobile telephony radiation. Die Wirkung der Expositions-Dauer auf die biologische Aktivität der Handy-Befeldung. Erschienen in: *Mutat Res* 2010; 699 (1-2): 17 - 22

Panagopoulos DJ: Effect of Microwave Exposure on the Ovarian Development of *Drosophila melanogaster*. Wirkung von Mikrowellen-Exposition auf die Eierstock-Entwicklung bei *Drosophila melanogaster*. Erschienen in: *Cell Biochem Biophys* 2012, *Cell Biochem Biophys* 63 (2): 121 - 132

Razavinasab M, Moazzami K, Shabani M: Maternal mobile phone exposure alters intrinsic electrophysiological properties of CA1 pyramidal neurons in rat offspring. Mütterliche Mobiltelefon-Exposition verändert die intrinsischen elektrophysiologischen Eigenschaften der CA1-Pyramidenneuronen im Nachwuchs von Ratten. Erschienen in: *Toxicol Ind Health* 2014, Mar 6: in press

Rezk AY, Abdulqawi K, Mustafa RM, Abo El-Azm TM, Al-Inany H : Fetal and neonatal responses following maternal exposure to mobile phones. Fötus- und Neugeborenen-Reaktionen auf Exposition der Mutter bei Mobiltelefonen. Erschienen in: *Saudi Med J* 2008; 29 (2): 218 - 223

Sangun O, Dundar B, Darici H, Comlekci S, Doguc DK, Celik S: The effects of long-term exposure to a 2450 MHz electromagnetic field on growth and pubertal development in female Wistar rats. Die Wirkungen einer Langzeit-Exposition in einem 2450 MHz elektromagnetischen Feld auf Wachstum und pubertäre Entwicklung bei weiblichen Wistar-Ratten. Erschienen in: *Electromagn Biol Med* 2015; 34 (1): 63 - 71

Shahin S, Singh VP, Shukla RK, Dhawan A, Gangwar RK, Singh SP, Chaturvedi CM: 2.45 GHz Microwave Irradiation-Induced Oxidative Stress Affects Implantation or Pregnancy in Mice, *Mus musculus*. 2,45 GHz-Mikrowellen-Befeldungs-induzierter oxidativer Stress beeinflusst die Implantation oder Trächtigkeit bei Mäusen, *Mus musculus*. Erschienen in: *Appl Biochem Biotechnol* 2013, 169 (5): 1727 - 1751

Sudan M, Kheifets L, Arah O, Olsen J, Zeltzer L: Prenatal and Postnatal Cell Phone Exposures and Headaches in Children. Pränatale und postnatale Mobiltelefon-Exposition und Kopfschmerzen bei Kindern. Erschienen in: *Open Pediatr Med Journal* 2012; 6 : 46 - 52

Sun W, Shen XY, Lu DB, Fu YT, Lu DQ, Chiang H: A 1.8-GHz radiofrequency radiation induces EGF receptor clustering and phosphorylation in cultured human amniotic (FL) cells. Eine 1,8 GHz-Hochfrequenz-Befeldung induziert das EGF-Rezeptor-Clustering und die Phosphorylierung in kultivierten menschlichen amniotischen (FL)-Zellen. Erschienen in: *Int J Radiat Biol* 2012, *Int J Radiat Biol* 88 (3): 239 - 244

Tan TC, Neo GH, Malhotra R, Allen JC, Lie D, Ostbye T: Lifestyle Risk Factors Associated with Threatened Miscarriage: A Case-Control Study. Risikofaktoren der Lebensführung im Zusammenhang mit drohender Fehlgeburt: eine Fall-Kontroll-Studie. Erschienen in: *J Fertil In Vitro* 2014; 2 (2): 100123

Tsybulin O, Sidorik E, Kyrylenko S, Henshel D, Yakymenko I: GSM 900 MHz microwave radiation affects embryo development of Japanese quails. 900 MHz-GSM-Mikrowellen-Befeldung beeinflusst die Embryo-Entwicklung Japanischer Wachteln. Erschienen in: *Electromagn Biol Med* 2012; 31 (1): 75 - 86

Tsybulin O, Sidorik E, Brieieva O, Buchynska L, Kyrylenko S, Henshel D, Yakymenko I: GSM 900 MHz cellular phone radiation can either stimulate or depress early embryogenesis in Japanese quails depending on the duration of exposure. GSM 900 MHz Mobiltelefon-Befeldung kann die frühe Embryogenese bei Japanischen Wachtelnentweder stimulieren oder unterdrücken in Abhängigkeit von der Expositionsdauer. Erschienen in: *Int J Radiat Biol* 2013; 89 (9): 756 - 763

Türedi S, Hanci H, Topal Z, Unal D, Mercantepe T, Bozkurt I, Kaya H, Odaci E: The effects of prenatal exposure to a 900-MHz electromagnetic field on the 21-day-old male rat heart. Die Wirkungen der pränatalen Exposition bei einem elektromagnetischen 900 MHz-Feld auf das Herz bei 21 Tage alten männlichen Ratten. Erschienen in: *Electromagn Biol Med* 2015; 34 (4): 390 - 397

Umur AS, Yaldiz C, Bursali A, Umur N, Kara B, Barutcuoglu M, Vatansever S, Selcuki D, Selcuki M: Evaluation of the effects of mobile phones on the neural tube development of chick embryos. Bewertung der Wirkungen von Mobiltelefonen auf die Entwicklung des Neural-

rohrs bei Hühner-Embryonen. Erschienen in: *Turk Neurosurg* 2013; 23 (6): 742 - 752

Valbonesi P, Franzellitti S, Bersani F, Contin A, Fabbri E: Effects of the exposure to intermittent 1.8 GHz radio frequency electromagnetic fields on HSP70 expression and MAPK signaling pathways in PC12 cells. Wirkungen einer Exposition bei intermittierenden 1,8 GHz hochfrequenten elektromagnetischen Feldern auf die HSP70-Expression und MAPK-Signalwege in PC12-Zellen. Erschienen in: *Int J Radiat Biol* 2014, 90 (5): 382 - 391

Xenos TD, Magras IN: Low power density RF-radiation effects on experimental animal embryos and fetuses. Wirkungen von hochfrequenter Befeldung geringer Leistungsdichte auf Versuchstier-Embryonen und Föten. Erschienen in: (2003): *Biological Effects of Electromagnetic Radiation*. Springer: 579 - 602

Zhang Yanchun, Zhihui LI, GAO Yan and ZHANG Chenggang: Effects of fetal microwave radiation exposure on offspring behavior in mice. Auswirkungen der fötalen Mikrowellenstrahlenbelastung auf die Nachkommen und ihr Verhalten bei Mäusen *Journal of Radiation Research*, 2014, pp 1-8 ; doi: 10.1093/jrr/rru097

## Anmerkungen

(1) <http://tinyurl.com/j3yucos>, siehe dazu auch:  
<http://tinyurl.com/gv2rrzs>  
<http://tinyurl.com/zn4suth>

(2) MORGAN/DAVIS (2014): Warum Kinder Mikrowellen stärker absorbieren als Erwachsene: Die Konsequenzen. Veröffentlicht auf Deutsch im diagnose:funk Brennpunkt: Risiken für Kinder durch die Strahlenbelastung von Smartphones, TabletPCs und WLAN sind besonders hoch.

(3) Martin Blank (2014): OVERPOWERED. What Science tells us about the dangers of cell phones and other WiFi-Age devices; New York.

Richard H.W. Funk et al. Electromagnetic effects – From cell biology to medicine. ScienceDirect, Progress in Histochemistry and Cytochemistry 43 (2009) 177–264

(4) Jurewicz J, Hanke W, Radwan M, Bonde JP. Environmental factors and semen quality. Int J Occup Med Environ Health. 2009;22(4): 305–29. doi: 10.2478/v10001-009-0036-1.

Zur Abnahme der Spermienzahl:

„Die durchschnittliche Anzahl der Spermien pro Milliliter Samenflüssigkeit eines Mannes ist seit 1989 drastisch gesunken. Zu diesem Ergebnis kamen Wissenschaftler vom Aberdeen Fertility Centre bei einer großangelegten Studie, bei der sie 16 000 Spermienproben von 7500 Männern untersucht hatten. Während 1989 durchschnittlich 87 Millionen Spermien pro Milliliter vorhanden waren, fanden die Forscher 2002 nur noch 62 Millionen Spermien, was einem Rückgang von 29 Prozent entspricht.“

<http://www.spektrum.de/news/abnahme-der-spermienzahl-um-fast-ein-drittel/696887>

(5) ROS/Oxidativer Stress: Reaktive Sauerstoffspezies/Reactive Oxygen Species: „Zu den intrinsischen Mutagenen zählen beispielsweise freie Radikale (z.B. reaktive Sauerstoffspezies, ROS).“ Definition in: Jacobi/ Partovi (2011): Molekulare Zellbiologie, S.56.

Buchachenko (2016) schreibt: "The main source of magnetic and electromagnetic effects in biological systems is now generally accepted and demonstrated in this paper to be radical pair mechanism which implies pairwise generation of radicals in biochemical reactions." in: Why magnetic and electromagnetic effects in biology are irreproducible and contradictory?: Bioelectromagnetics 2016; 37 (1): 1 - 13

Buchachenko bestätigt damit ganz aktuell, dass der Wirkmechanismus, den bereits Warnke (2009), Neitzke (2012) und zuletzt Yakymenko et al. (2015) identifizierten, in der Wissenschaft akzeptiert ist. Eine Sammlung von Artikeln zum Wirkmechanismus zum Download finden sich unter:

<http://mobilfunkstudien.de/dokumentationen/d-f/ecolog-wirkmechanismus-von-emf.php>

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

Zu oxidativem Zellstress siehe auch:

Rolf Sauer (1993): Strahlentherapie und Onkologie, S. 89 ff.;

Gerhard Ohlenschläger (2000): Freie Radikale, Oxidativer Stress und Antioxidantien;

H.W. Müller-Wohlfahrt (2003): So schützen Sie ihre Gesundheit.

L. Rensing, A. Gossiau: Warum altern wir? Zur Rolle Freier Radikale bei der Begrenzung der Lebenszeit, Blickpunkt DER MANN 2004; 2 (3): 7–12.

Weber, Franziska: Die Rolle von oxidativem Stress bei der Entstehung von Deletionen der mitochondrialen DNA. Untersuchungen am SOD2-Knock-Out-Mausmodell; Dissertation 2011

[https://edoc.ub.uni-muenchen.de/13654/1/Weber\\_Franziska.pdf](https://edoc.ub.uni-muenchen.de/13654/1/Weber_Franziska.pdf)

Populärwissenschaftliche Darstellung der Zusammenhänge: Broschüre „Zellen im Strahlenstress“, 2008, Kapitel 5; Bestellung: <http://shop.diagnose-funk.org/>

(6) Belyaev IY, Markova E, Hillert L, Malmgren LO, Persson BR: Microwaves from UMTS/GSM mobile phones induce long-lasting inhibition of 53BP1/gamma-H2AX DNA repair foci in human lymphocytes. Mikrowellen von UMTS/GSM-Mobiltelefonen induzieren langandauernde Inhibition der 53BP1/gamma-H2AX-DNA-Reparatur-Foci in menschlichen Lymphozyten. Bioelectromagnetics 2009; 30 (2): 129 - 141

Belyaev I, Markova E, Malmgren L: Microwaves from Mobile Phones Inhibit 53BP1 Focus Formation in Human Stem Cells Stronger than in Differentiated Cells: Possible Mechanistic Link to Cancer Risk. Mikrowellen von Handys hemmen die 53BP1-Fokus-Bildung in menschlichen Stammzellen stärker als in differenzierten Zellen: Mögliche mechanistische Verbindung zum Krebs-Risiko. Environ Health Perspect 2010; 118 (3): 394 - 399.

Zur Wirkung von ROS auf die DNA und die Unterdrückung von Antioxidantien siehe Yakymenko et al. (2015) in ihrem Review *Oxidative Mechanismen der biologischen Aktivität bei schwachen hochfrequenten Feldern*. Eine deutsche Übersetzung liegt als diagnose:funk Brennpunkt vor.

(7) Entsprechen 1680 – 10.525  $\mu\text{Watt}/\text{m}^2$ , d.h. der Normalbelastung in deutschen Städten auf den Straßen, und weit unter der Belastung durch die körpernahe Nutzung der Endgeräte.

(8) Magras,I.: "Vorsorgemaßnahmen für die Nutzung von Mobiltelefonen, insbesondere für Embryos und Kinder, die aufgrund einer Reihe bioelektromagnetischer Experimente empfohlen werden", Tagungsband 1<sup>st</sup> Hellenic Congress on the effects of Electromagnetic Radiation, Mai 2008. Magras IN, Xenos TD: Hochfrequenz-Befeldungs-induzierte Veränderungen in der pränatalen Entwicklung von Mäusen. Bioelectromagnetics 1997; 18 (6): 455 - 461;

Xenos TD, Magras IN Low power density RF-radiation effects on experimental animal embryos and fetuses. Wirkungen von hochfrequenter Befeldung geringer Leistungsdichte auf Versuchstier-Embryonen und Föten. Erschienen in: Biological Effects of Electromagnetic Radiation. Springer: 579 - 602, 2003

(9) Panagopoulos DJ et al.: Zelltod, induziert durch GSM 900 MHz und DCS 1800 MHz Mobiltelefon-Strahlung. 2007. Siehe dazu auch: Panagopoulos DJ et al.: Wirkung von 900 MHz GSM-Mobiltelefon-Befeldung auf die Reproduktions-Vermögen von Drosophila melanogaster. Electromagn Biol Med 2004; 23 (1): 29 – 43.

Panagopoulos DJ et al.:Vergleich der Bioaktivität zwischen GSM 900 MHz und DCS 1800 MHz Mobilfunk-Befeldung. Electromagn Biol Med 2007; 26 (1): 33 - 44

**(10)** Alberts u.a., Lehrbuch der molekularen Zellbiologie, 3.Auflage, 2005, S.31

**(11)** Die Strahlenschutzkommission erklärte gegenüber dem Bundestag: „Offene Fragen ergeben sich auch bezüglich der Exposition von Föten und Kindern sowie potenzieller Auswirkungen auf Kognition, Befindlichkeit und Schlaf.“ (Bundestag-Drucksache 16/11557, 2008, S. 11).

**(12)** 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. Mobilfunk-Befeldung induziert die Produktion reaktiver Sauerstoffspezies und DNA-Schaden in menschlichen Spermatozoen in vitro. Erschienen in: PLoS One 2009; 4 (7): e6446

**(13)** Mitochondrien sind kleine Organellen in den Zellen, die Energie in Form von ATP durch oxidativen Abbau von Nährstoffen gewinnen. Mitochondrien haben die Fähigkeit zur Selbstreduktion, sie besitzen ein ringförmiges DNA-Molekül, eigene Ribosomen und sind von einer doppelten Membran umgeben. Die Mitochondrien sind die Kraftwerke unserer Zellen.

**(14)** Erschienen in deutscher Übersetzung als diagnose:funk Brennpunkt

**(15)** Erschienen in: Reproductive Biology and Endocrinology 2009, 7:114 doi:10.1186/1477-7827-7-114

**(16)** Ornithindecaboxylase, Enzym, das als Indikator für die Proliferation dient.

**(17)** "Pathophysiology of cell phone radiation: oxidative stress and carcinogenesis with focus on male reproductive system", 2009 Reproductive Biology and Endocrinology 2009, 7:114 doi:10.1186/1477-7827-7-114

**(18)** <https://www.diagnose-funk.org/publikationen/artikel/detail&newsid=995>

**(19)** Gandhi OP, Morgan LL, de Salles AA, Han YY, Herberman RB, Davis DL: Exposure Limits: The underestimation of absorbed cell phone radiation, especially in children. other Expositions-Grenzwerte: die Unterschätzung der absorbierten Mobiltelefon-Befeldung, besonders bei Kindern. Erschienen in: Electromagn Biol Med 2012; 31 (1): 34 - 51. Diese Untersuchung ist als Diagnose-Funk Brennpunkt erschienen.

Gandhi OMP: Yes the Children are more exposed to radio-frequency energy from mobile telephones than adults. Ja, die Kinder sind stärker bei hochfrequenter Energie von Mobiltelefonen exponiert als Erwachsene. Erschienen in: IEEE Access 2015; 3 : 985 - 988

**(20)** Zur Grenzwertproblematik hat diagnose:funk in zwei Brennpunkten Stellung bezogen: „Warum Mobilfunk-Grenzwerte und die SAR-Werte für Handys nicht schützen“, 2011. „Das thermische Dogma: Anmerkungen zu einem Artikel in der ZEIT. Kann die nicht-ionisierende Strahlung des Mobilfunks Zellen schädigen?“, 2012

**(21)** Die Europäische Union hat das Vorsorgeprinzip in Art. 191 des Vertrags über die Arbeitsweise der Europäischen Union (EU) aufgenommen und schreibt: "Das Vorsorgeprinzip ermöglicht eine schnelle Reaktion angesichts möglicher Gefahren für die Gesundheit von Menschen, Tieren oder Pflanzen oder aus Gründen des Umweltschutzes. In den Fällen, in denen die verfügbaren wissenschaftlichen Daten keine umfassende Risikobewertung zulassen, ermöglicht der Rück-

griff auf dieses Prinzip beispielsweise die Verhängung eines Vermarktungsverbots oder sogar den Rückruf etwaig gesundheitsgefährdender Produkte."

Quelle: <http://tinyurl.com/j6622d5> (Zugriff 15.01.2016)

Der ehemalige Vorsitzende der deutschen Strahlenschutzkommission Prof. N. Leitgeb schreibt in einem aktuellen Papier:

"... Of course SCENIHR acknowledges that in case of convincing experimental and/or epidemiologic evidence, it is not mandatory that interaction mechanism be clarified to conclude on a level of evidence for an effect." in: Reply to Comment of Sage et al. on SCENIHR's Opinion on Potential Health Effects of Exposure to Electromagnetic Fields, Bioelectromagnetics, 2015, DOI: 10.1002/bem.21948

**(22)** Azoulay, Y., Rinat, Z. (2008). Health Ministry calls for parents to limit kids' use of cell phones. Haaretz.com July 28, 2008.

<http://tinyurl.com/zs4xxkv> (Zugriff 15.01.2016)

**(23)** YLE.fi (2009). Authority Recommends Restricting Childrens' Use of Mobiles. <http://tinyurl.com/6u6smms> (Zugriff 15.01.2016)

**(24)** Lean, G. (2009). French government bans advertising of mobiles to children. The Independent January 11, 2009.

<http://tinyurl.com/7zt8rf> (Zugriff 15.01.2016)

**(25)** India e-News Teachers, students unhappy with mobile phone ban in schools 18 July 2008.

<http://www.indiaenews.com/education/20080718/132841.htm> (Zugriff 12.07.2011)

<http://tinyurl.com/zk3kojt> (Zugriff 15.01.2016)

**(26)** <https://www.diagnose-funk.org/publikationen/artikel/detail&newsid=327>

**(27)** Malm, Sarah, 28.01.2015, Daily Mail Online: Does YOUR toddler play on an iPad? Taiwan makes it ILLEGAL for parents to let children under two use electronic gadgets... and under-18s must limit use to 'reasonable' lengths. Children under two banned from using electronic devices in Taiwan. Parents who allow children to use iPads and smartphones face fines. Under-18s are only allowed devices for a 'reasonable length of time'.

<http://tinyurl.com/zly3jmy> (Zugriff 15.01.2016)

**(28)** <http://tinyurl.com/hg2pbug> (Zugriff 15.01.2016)

**(29)** <http://tinyurl.com/h7l87qv> (Zugriff 15.01.2016)

**(30)** <http://ehtrust.org/first-us-public-school-district-limits-wi-fi-radiation-exposure-to-students-and-staff/> (Zugriff 15.01.2016)

**(31)** <http://tinyurl.com/hfqfwmm> (Zugriff 15.01.2016)

**(32)** <http://www.aerzteblatt.de/archiv/162876/Mobilfunk-Aerztekammer-empfehl-vorsichtigen-Umgang> (Zugriff 15.01.2016)

**(33)** <http://tinyurl.com/gtmrloa> (Zugriff 15.01.2016)

**(34)** <http://www.bmub-kids.de/wissen/gesundheit/elektrosmog/> (Zugriff 15.01.2016)

## Abkürzungen / Glossar

**8-OH-dG / 8-Hydroxi-2-Deoxyguanosin:** Einer der zuverlässigsten und in den letzten Jahren etablierten Biomarker zur Erkennung von oxidativem Stress und anderer mutagener Einwirkungen auf die DNA. Ein Marker ist eine Substanz, wie ein Hormon, Enzym oder ein besonderer Eiweißkörper (z.B. Tumormarker), die bei vermehrtem Vorkommen im Blut das Vorhandensein einer Krankheit anzeigt.

**Antioxidantien / Radikalfänger:** Im Organismus sind diverse antioxidative Mechanismen vorhanden, die die Konzentration schädlicher reaktiver Moleküle auf niedrigem Niveau halten. Zu den körpereigenen gehören CAT, GSH, SOD. Antioxidative Substanzen sind z.B. Vitamin E, Beta-Carotin und Melatonin, die freie Radikale abfangen können und somit schädliche Oxidation in der Zelle verhindern.

**Apoptose, Programmierter Zelltod:** Der programmierte Zelltod, der aktiv durch die Zelle selbst ausgelöst wird, ist gekennzeichnet durch den enzymatischen Abbau zelleigener DNA und Proteine. Die Apoptose kann durch verschiedene Faktoren ausgelöst werden, deren Zusammenwirken noch unklar ist. Sie wird als Schutzmechanismus des Organismus verstanden, indem beschädigte, nutzlose oder überalterte Zellen entfernt werden.

**CAT / Catalase/Katalase,** Antioxidanz, ein Enzym, das die Umwandlung von Wasserstoffperoxid ( $H_2O_2$ ) zu Sauerstoff und Wasser zum Schutz der Zelle katalysiert. Die Katalase ist in vielen tierischen Zellen vorhanden, besonders reichlich in der Leber und den Nieren.

**DNA / Deoxyribonucleic Acid:** Träger der genetischen Information bei allen Lebewesen.

**DNA-Reparatur:** Die in der Zelle ablaufenden Prozesse zur Beseitigung von DNA-Schäden mit Hilfe von Enzymen, die Fehler in der DNA-Sequenz und DNA-Struktur korrigieren können. Die Schäden können durch ultraviolette Strahlung, Chemikalien oder freie Radikale verursacht werden.

**EMF / Elektromagnetisches Feld:** Feld, das elektrische und magnetische Komponenten/Kräfte untrennbar beinhaltet.

**Freies Radikal:** Molekül oder Molekülbereich, in dem neben normalerweise paarweise vorkommenden Elektronen auch einzelne Elektronen auftreten. Die Moleküle reagieren dadurch chemisch sehr aggressiv und können Schäden in Zellen, z.B. an der DNA, verursachen (oxidativer Stress). Ein bekanntes Beispiel ist Wasserstoffperoxid. Radikale sind andererseits auch wichtige Bestandteile bei Enzymreaktionen. Sie können durch Stoffwechselforgänge oder durch äußere Einflüsse entstehen und können durch Radikalfänger abgebaut werden.

**GSH / Glutathionperoxidase:** Ein Enzym zur Entgiftung von toxischen Sauerstoffverbindungen. Ein Enzym, das Wasserstoffperoxid zu Wasser reduziert bei gleichzeitiger Oxidation von Glutathion. Es benötigt das Spurenelement Selen im aktiven Zentrum. Ein Mangel an Glutathionperoxidase führt zu Gelbsucht und hämolytischer Anämie bei Neugeborenen.

**LPO / Lipidperoxidation:** Lipidperoxide entstehen bei der Oxidation von mehrfach ungesättigten Fettsäuren durch Radikale. Dies kann zu Gewebeschäden durch Veränderungen an der Zellmembran führen.

**Mitochondrien** sind kleine Organellen in den Zellen, die Energie in Form von ATP durch oxidativen Abbau von Nährstoffen gewinnen. Mitochondrien haben die Fähigkeit zur Selbstduplikation, sie besitzen ein ringförmiges DNA-Molekül, eigene Ribosomen und sind von einer doppelten Membran umgeben. Die Mitochondrien sind die Kraftwerke unserer Zellen.

**MDA / Malondialdehyd:** entsteht bei der Oxidation von mehrfach ungesättigten Fettsäuren und ist ein biochemischer Marker für oxidativen Stress.

**Mikrowellen:** Elektromagnetische Wellen mit Frequenzen zwischen 300 MHz und 300 GHz. Anwendungsbeispiele sind die Wärmeerzeugung im Mikrowellenherd, die Mikrowellentherapie und Mikrowellenspektroskopie zur Erforschung des Aufbaus von Molekülen und Atomen und Funkübertragungstechnologien.

**Motilität:** Bewegungsfähigkeit von Organismen, Zellen, Organen oder Muskeln.

**Oxidativer Stress:** Unter oxidativem Stress versteht man die Verschiebung des Gleichgewichts zwischen reaktionsfreudigen Molekülen, - v.a. sogenannte freie Radikale - und antioxidativ wirkenden Substanzen zu Gunsten der freien Radikale. D.h. die Schutzmechanismen der Zelle reichen nicht mehr aus, um die aggressiven Moleküle zu neutralisieren. Es besteht die Gefahr von Gewebeschäden. Besonders gefährdet sind Lipide, Proteine, DNA und RNA. Die oxidativen Veränderungen dieser Strukturen führen zu schweren funktionellen Beeinträchtigungen. Deshalb setzen aerob lebende Zellen verschiedenste enzymatische und nicht-enzymatische Schutzmechanismen ein. (Siehe dazu ausführlich Anmerkung 5)

**ROS / Reaktive Sauerstoffspezies:** Sauerstoffhaltige Moleküle, die sehr instabil und hochreaktiv sind. Die hohe Reaktivität entsteht durch die instabile Elektronenkonfiguration 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.

**SAR-Wert:** Die **Spezifische Absorptionsrate** beschreibt, wieviel Leistung pro Kilogramm Körpergewicht (bzw. biologischem Material) absorbiert wird (W/kg), wenn der Körper in einem hochfrequenten elektromagnetischen Feld exponiert ist. Die SAR kann lokal (z.B. bei Nutzung eines Mobiltelefons) oder auf den ganzen Körper (z.B. im Fernfeld einer Basisstation) bestimmt werden. Als Grenzwerte in Deutschland gelten für die Exposition des Ganzkörpers 0,08 W/kg und des Teilkörpers 2 W/kg (gemittelt über 10 Gramm Körpergewebe).

**SOD / Superoxid-Dismutase:** Ein Enzym, das die Umsetzung des sehr reaktiven und für die Zelle schädlichen Superoxid-Radikals katalysiert. Dabei wird Superoxid mit Wasserstoff zu molekularem Sauerstoff und Wasserstoffperoxid ( $H_2O_2$ ) umgesetzt.

## Zum Inhalt

Jungen und Männer mit dem Smartphone in der Hosentasche, schwangere Frauen surfend mit dem TabletPC auf dem Schoß, ein alltäglicher Anblick. Sie setzen sich - meist unwissend - einer Strahlenbelastung aus, über deren Risiken die Forschung eindeutige Aussagen macht.



Die gepulste Mikrowellenstrahlung gefährdet die Fruchtbarkeit und die gesunde Entwicklung des Embryos. 130 Studien und 13 Reviews weisen dies nach. In diesem Brennpunkt wird diese Studienlage - für jedermann überprüfbar - dokumentiert.

## Unterstützen Sie diagnose:funk

Sowohl Spenden, Mitgliedschaftsbeiträge als auch Förderbeiträge dürfen wir in einer Zuwendungsbescheinigung ausweisen und sind somit steuerlich absetzbar. Alle Beträge werden durch uns im Februar des folgenden Jahres in einer Sammelbescheinigung, die auf dem Postweg verschickt wird, ausgewiesen. Hierfür benötigen wir die komplette Anschrift. Bitte denken Sie daran uns ggf. Ihre Adressänderung mitzuteilen.

### Spendenkonto

Diagnose -Funk e.V.  
Konto: 7027 7638 00  
BLZ: 43060967 | GLS Bank  
IBAN: DE39 4306 0967 7027 7638 00  
BIC: GENODEM1GLS

Online spenden oder fördern, weitere Informationen auf  
<https://www.diagnose-funk.org/ueber-diagnose-funk/foerdern-spenden>

Sie können sich auch direkt an uns wenden:

Tel: +49 (0) 69 36 70 42 03

Email: [kontakt@diagnose-funk.de](mailto:kontakt@diagnose-funk.de)

### Impressum

Diagnose-Funk Schweiz  
Heinrichsgasse 20  
CH - 4055 Basel  
[kontakt@diagnose-funk.ch](mailto:kontakt@diagnose-funk.ch)

Diagnose-Funk e.V.  
Postfach 15 04 48  
D - 70076 Stuttgart  
[kontakt@diagnose-funk.de](mailto:kontakt@diagnose-funk.de)

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

Bildnachweise: Diagnose-Funk e.V.  
01.202016

Bestellnummer im diagnose:funk - Shop: 232