

Studienüberblick

FRUCHTBARKEIT

Mobilfunkstrahlung, Spermienschädigung, Embryotoxizität Aufklärung und Vorsorge sind überfällig

Oktober 2010

Die Schädigung der Spermien und die abnehmende Fruchtbarkeit (Infertilität) der Männer sind heute ein weltweites, gesellschaftliches 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 4 Jahrzehnten hat die durchschnittliche Spermienzahl um mehr als die Hälfte abgenommen. Gleichzeitig haben sich aber auch die so genannten Spermienfunktionen (die Anzahl, Beweglichkeit und Form von Spermien in der Samenflüssigkeit), die für die erfolgreiche Fertilisierung entscheidend sind, dramatisch verschlechtert. Eine noch unveröffentlichte europaweite Studie hat das Ergebnis, dass 20 Prozent der jungen Männer eine schlechte Spermienqualität haben (ZEIT, 14.10.2010). Zu vielen Infertilität erzeugenden Umweltgiften, wie zum Beispiel Weichmacher (Phthalate), Rauchen, Alkohol und Stress, die sich negativ auf Qualität und Menge des Samens auswirken, kommt die Mobilfunkbestrahlung beinahe bei jedem Mann hinzu:

„Das Handy in der Hosentasche oder SMS unter der Schulbank versenden, könnte die Fruchtbarkeit beeinträchtigen und sollte daher unterlassen werden“.¹

Diese Warnung der Österreichischen Ärztekammer in ihren Handyregeln für Jugendliche wird durch viele Studien bestätigt. Es ist inzwischen ein alltäglicher Anblick: In der Bahn sitzt ein Jugendlicher gegenüber, es klingelt, er greift in die Hosentasche, holt sein Handy heraus und telefoniert. Oder: das Handy bleibt in der Hosentasche, mit einem Headset ist sein Ohr verkabelt. In beiden Fällen wird sein Beckenbereich einer enormen Strahlenbelastung ausgesetzt, an einem der sensibelsten Bereiche, den Hoden. Beim Rufaufbau des Handys kann der Beckenbereich mit einer Stärke von mehr als 10.000.000 $\mu\text{Watt}/\text{m}^2$ bestrahlt sein, also über dem thermischen Grenzwert. Aber auch wenn das Handy ausgeschaltet ist, wirken elektromagnetische Felder. Eine zweite Gefahrenquelle ist das Surfen mit dem Laptop auf dem Schoß, über eine WLAN-Karte mit dem Netz verbunden. Messungen ergaben eine Dauerbelastung von mehr als 25.000 $\mu\text{Watt}/\text{m}^2$ (siehe dazu Kasten S.6). Diese



Werte sind enorm hoch, wenn man bedenkt, dass der Bund für Umwelt und Naturschutz (BUND) einen Schutzwert von 100 $\mu\text{Watt}/\text{m}^2$ fordert.

Die Studienlage

Einen eindrücklichen Beweis der toxischen Wirkung hochfrequenter elektromagnetischer Felder erbrachte 2009 die Studie der australischen Forschergruppe De Iulii/Aitken. Ihre Untersuchung **„Mobilfunk-Befeldung induziert die Produktion reaktiver Sauerstoffspezies und DNA-Schaden in menschlichen Spermatozoen in vitro“**² (Juli 2009) hatte folgende Ergebnisse:

1. Mobilfunkstrahlung generiert freie Radikale in den Mitochondrien³ der Spermien
2. Dadurch entstehen DNA – Schädigungen
3. Eine Folge kann eine Schädigung der Spermien oder Unfruchtbarkeit sein
4. Diese Schädigungen können Folgewirkungen bei Neugeborenen haben

Die Autoren betonen, dass ein wesentlicher Faktor der Infertilität die EMF-Belastung ist. Die Aussagen dieser Studie sind eindeutig und bestätigen vorangegangene Veröffentlichungen.

Die Hauptaussagen der De Iuliis/Aitken-Studie

Die Autoren dieser Studie bestrahlten die Spermien mit einer Mobilfunk-Frequenz von 1800 MHz, was der GSM-Technologie entspricht und mit unterschiedlichen SAR-Werten. In ihrer Zusammenfassung schreiben sie:

„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 bedeutsame 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. Potentiell ist sowohl ihre Fruchtbarkeit als auch die Gesundheit und das Wohlbefinden ihrer Nachkommen betroffen.“ (S.1, eigene Übersetzung)

Im Text heißt es weiter:

„Die ständig zunehmende Verbreitung der mobilen Kommunikationstechnik bedeutet, dass die Menschen heute höheren Intensitäten elektromagnetischer Funkfrequenzstrahlung ausgesetzt sind, als je zuvor. Handys werden gewöhnlich in Taschen oder Hosentaschen sehr nah am Körper getragen. Darüber hinaus kann es vorkommen, dass diese Geräte über lange Zeiträume in der Nähe des selben Teils des Körpers getragen werden. In diesem Zusammenhang ist die Exposition des männlichen Fortpflanzungssystems gegenüber elektromagnetischen Funkfrequenzfeldern eindeutig eine wichtige Angelegenheit.

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 Kinder, 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)

Infertilitätsstudien: Bereits mehrfach reproduziert - ein Wirkmechanismus ist identifiziert ⁴

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 bisher keiner Studie ausgedrückt, die Ergebnisse sind aber keineswegs anekdotisch, sondern bestätigen vorangegangene Arbeiten.

Seit dem Jahr 2002 wurden im EMF-Portal (www.emf-portal.de) der Bundesregierung ⁵ fünfzehn Studien veröffentlicht, die eine Schädigung der Spermien durch die Handybefeldung und elektromagnetische Felder nachweisen (Magras 1997; Davoudi 2002; Eroglu 2006; Wdowiak 2007; Fejes 2007; Falzone 2007; Yan 2007; Agarwal 2008; Salama 2008, 2009; De Iuliis/Aitken 2009; Mailankot 2009; Otitoloju 2009; Gul 2009; De-Kun Li 2009). Die Ergebnisse der EMF-Studien zu Spermien sind mehrfach reproduziert, ein Wirkmechanismus ist identifiziert. Damit sind alle Kriterien der Wissenschaftlichkeit erfüllt.

Bei keinem Endpunkt ist der Forschungsstand so eindeutig: Die Mehrheit der Studien zum Einfluss der Handynutzung auf die Fruchtbarkeit ergaben toxische Effekte.

Auf drei Ebenen weisen diese Forschungen nach, dass die Schädigungen der Spermien auf oxidativem Stress (z.B. deIuliis/Aitken 2009, Mailankot 2009, Agarwal, 2008), auf Störungen von zellulären Transportsystemen beruhen (z.B. Davoudi,2002) und auf einer Kombination verschiedener Prozesse, die in den Mitochondrien zur Reduktion der Zellenenergie (ATP) führen.⁶

Schaubild aus der De Iuliis/Aitken-Studie: Zusammenhang EMF und Spermivitalität und -motilität

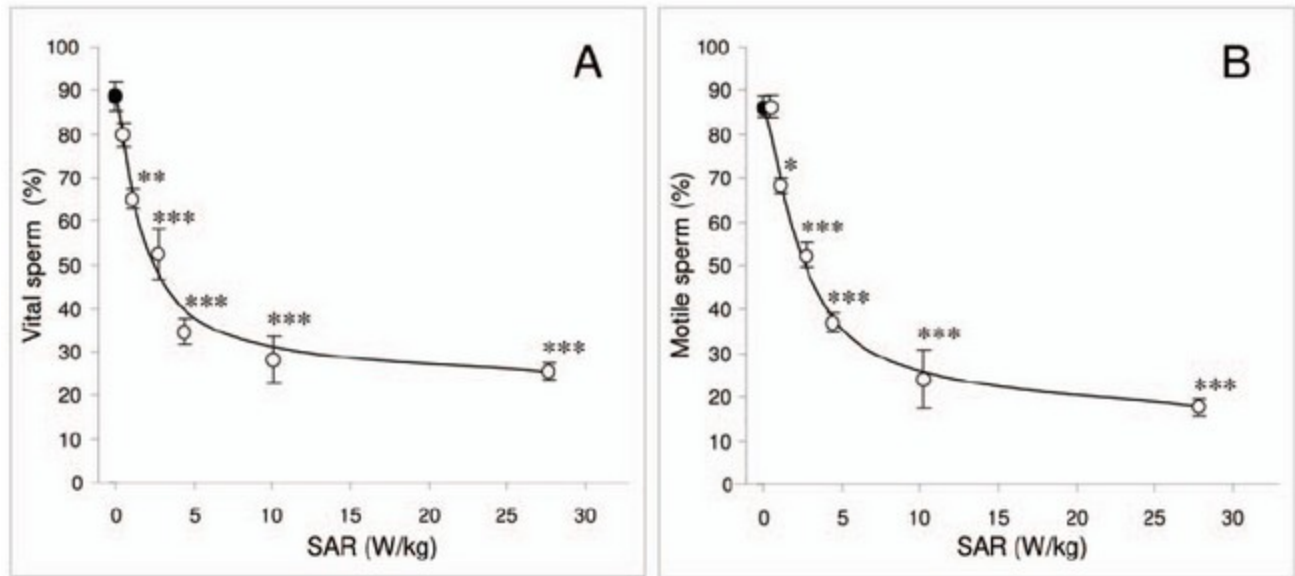


Figure 2. RF-EMR exposure reduces motility and vitality of human spermatozoa, in an SAR dependent manner. Percoll-purified spermatozoa (5×10^6 cells) were suspended in 1 ml BWB in a 35 mm Petri dish and placed within the waveguide while control cells (closed circles) were placed outside the waveguide. Cells in the waveguide were exposed to 1.8 GHz RF-EMR at SAR levels of 0.4, 1.0, 2.8, 4.3, 10.1 and 27.5 W/kg for 16 h at 21 °C. Both vitality and motility were reduced in a dose dependent manner. **A**, Vitality was significantly reduced at a SAR of 1.0 W/kg from $89\% \pm 3\%$ to $65\% \pm 1\%$ ($**p < 0.01$). **B**, Motility was also significantly reduced at a SAR of 1.0 W/kg from $86\% \pm 2\%$ to $68\% \pm 2\%$ ($*p < 0.05$). All results are based on 4 independent samples.
doi:10.1371/journal.pone.0006446.g002

Schaubild aus der De Iuliis / Aitken -Studie: Zusammenhang EMF und DNA - Schädigung

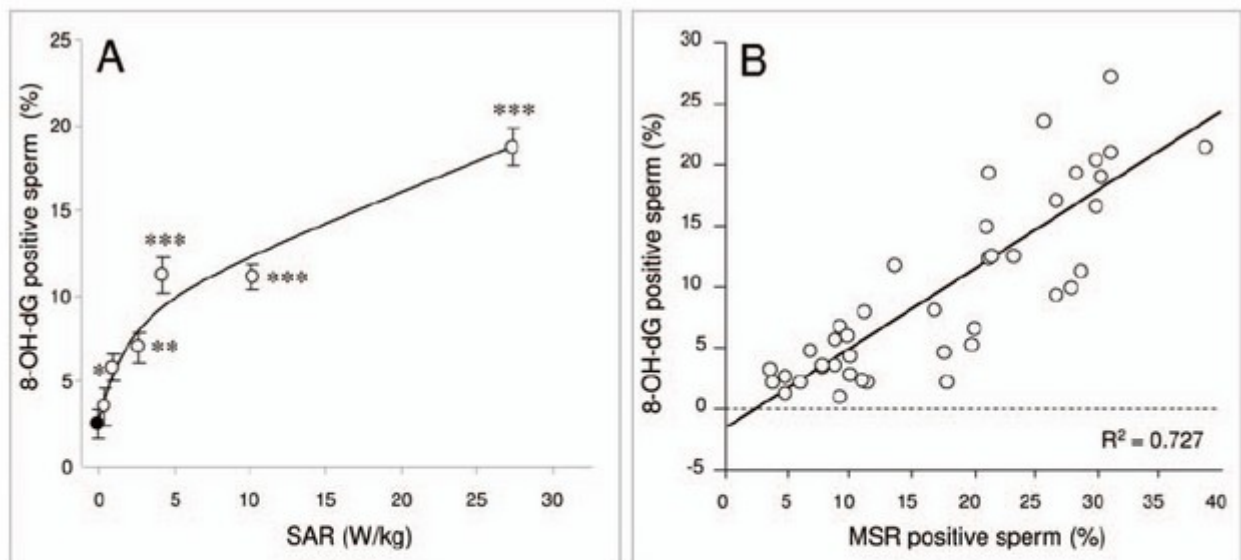


Figure 4. RF-EMR induces oxidative DNA damage in human spermatozoa. Following Percoll fractionation, 5×10^6 high density, spermatozoa were suspended in 1 ml BWB. The cells were placed in 35 mm Petri dishes and placed inside a waveguide. 5×10^6 cells in 1 ml BWB were placed outside the waveguide as a control (closed circle). The cells in the waveguide were exposed to 1.8 GHz RF-EMR at SAR levels between 0.4 and 27.5 W/kg (open circles) and all samples were incubated for 16 h at 21 °C. Following incubation, Fe^{2+} and H_2O_2 was added to cells to act as a positive control, incubated for 1 h, then 100 μ l 2 mM DTT/BWB solution was added and incubated for 45 min at 37 °C. Cells were fixed and labeled with 100 μ l charcoal purified anti-8-OH-dG, FITC tagged antibody at a dilution of 1:50, incubated at 21 °C for 1 h, washed and then assessed by flow cytometry. **A**, As the power levels were increased, the amount of oxidative DNA damage expressed also increased. A significant amount of oxidative DNA damage was observed in cells exposed to 2.8 W/kg ($*p < 0.05$) RF-EMR and above ($**p < 0.01$; $***p < 0.001$). Results are based on 4 independent samples. **B**, The levels of 8-OH-dG expression were positively correlated with the levels of ROS generation by the mitochondria ($R^2 = 0.727$).
doi:10.1371/journal.pone.0006446.g004

- Eine erste Erklärung für den Wirkmechanismus „**oxidativer Stress**“ lieferte Agarwal⁷ in seiner Studie von 2008: „Exponierte Proben zeigten eine signifikante Verminderung der Spermien-Motilität und -Lebensfähigkeit, einen Anstieg des Gehaltes reaktiver Sauerstoffspezies...Es wird geschlossen, dass von Handys emittierte hochfrequente elektromagnetische Felder zu oxidativem Stress im menschlichen Samen führen.“ Dies wird jetzt eindrucksvoll bestätigt durch De Iuliis/Aitken.⁸
- Der Forscher M. Davoudi (2002) fasst den zweiten Ursachenhinweis „**zelluläre Transportsysteme**“ in seiner Untersuchung zusammen: „Mehrere Studien belegen die Rolle der elektromagnetischen Wellen auf Kalziumkanäle. Unsere Daten weisen möglicherweise darauf hin, dass intensiver Handygebrauch zu einer signifikanten Reduktion der schnellbeweglichen Spermatozoen führt. Diese Einschränkung der Motilität geschieht – wenn man sich die Physiologie der Spermienmotilität vor Augen hält – möglicherweise über eine Blockade der Kalziumkanäle.“⁹
- In seinem Artikel „Zellbiologische Mechanismen der Schädigung“¹⁰ hat Prof. G. Zimmer eine dritte plausible Erklärung dafür geliefert. In den Kraftwerken unserer Zellen, den Mitochondrien, wird in der zellulären Atmungskette das ATP gebildet, der Kraftstoff unserer Zellen. Mitochondrien sind in der Nähe von Stellen mit hohem ATP-Bedarf angesiedelt: „In einem Spermienfaden wickeln sich die Mitochondrien um das Geißelaxonem, das für die Bewegung der Spermien viel Energie verbraucht.“¹¹ Die Energie der Fortbewegung stammt ausschließlich aus dem Stoffwechsel der Zellen. Prof. Zimmer weist darauf hin, dass EMF zur **Reduktion der Zellenergetik** führt, was nicht auf Hitzewirkung der Strahlung zurückgeführt werden kann. Der Mikromotor wird gehemmt, die Spermienmotilität sinkt.¹²

Allgemeingültige Erkenntnisse der De Iuliis / Aitken-Studie

Die Ergebnisse der Studie von De Iuliis / Aitken haben eine weitreichende Bedeutung:

„Trotz der besonderen Wesensmerkmale der Spermatozoen von Säugetieren könnten die Wirkungsmechanismen, auf welche in dieser Studie geschlossen wird, auch für durch elektromagnetische Funkwellen bedingte Schädigungen in anderen Zellarten gelten.“ (S. 6)

Dieser nachgewiesene Mechanismus der Zellschädigung kann verallgemeinert werden. Es wird beschrieben, dass die Mobilfunkstrahlung als nicht-ionisierende Strahlung zwar nicht die Energie hat, die DNA direkt zu schädigen¹³, aber diese Schädigung auf indirektem und nicht – thermischem Weg erfolgt:

„Diese Art der Strahlung kann jedoch auch andere Auswirkungen auf größere Systeme wie Zellen und Organellen haben, welche von in Unruhe versetzten geladenen Molekülen und der Störung des Elektronenflusses herrühren. Die Mitochondrien haben eines der größten dauerhaften Membranpotentiale im Körper und ihre energetische Funktionen sind völlig abhängig von der geregelten

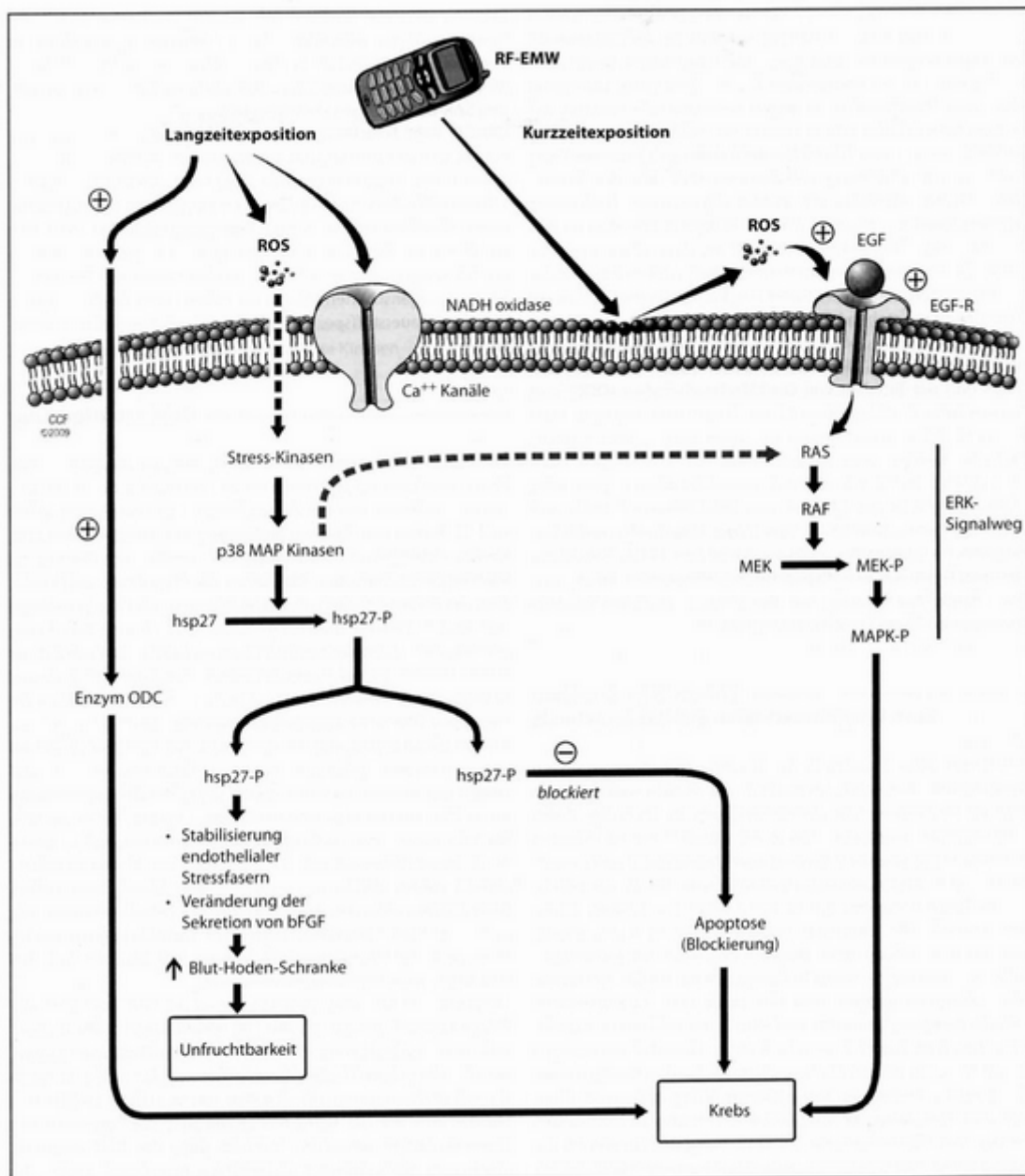
Bewegung der Elektronen und der Protonen innerhalb der Membran der Mitochondrien. Solche Bewegungen könnten auf Störungen in örtlichen Feldern anfällig sein, welche durch elektromagnetische Funkwellen hervorgerufen werden, wodurch ein möglicher Zusammenhang zwischen dieser Art der Strahlung und den nicht-thermischen biologischen Wirkungen, die in dieser Studie beobachtet wurden, hergestellt wird.“

De Iuliis/Aitken beziehen sich dabei ausdrücklich auf die allgemein als bahnbrechend angesehenen Ergebnisse der israelischen Forschergruppe um Friedman (2007)¹⁴. Adlkofer et al. schreiben, dass bei Friedman „erstmalig ein Mechanismus beschrieben (wird), der die Entstehung sowohl genetischer als auch epigenetischer Veränderungen durch HF-EMF erklären könnte. HF-EMF aktiviert offensichtlich über eine Reihe von Schaltstellen ein bestimmtes Enzym, die durch extrazelluläre Signale regulierte Kinase (ERK), die in der Lage ist, entscheidend in wichtige Zellfunktionen wie Zellteilung, Zellwachstum, DNA-Reparatur, Apoptose, usw. einzugreifen. Ausgelöst wird dieser Vorgang durch eine vermehrte Bildung von Sauerstoffradikalen, die bei nicht ausreichendem Schutz in der Zelle gentoxische Wirkungen zur Folge haben.“¹⁵ Die durch oxidativen Stress ausgelöste DNA-Schädigung kann als Ursache vielfältiger, auch kanzerogener Prozesse angesehen werden.

Die Überblicksstudie von Desai / Agarwal

In dem Beitrag „Pathophysiologie der Mobilfunkstrahlung: Oxidativer Stress und Karzinogenese mit dem Focus auf das männliche Fortpflanzungssystem“¹⁶ fassen Desai et al. die Erkenntnisse über die Gentoxität und Wirkmechanismen zusammen. Deren Abbildung (siehe Seite 5) 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** (Hervorh. Verfasser). Jedweder RF-EMF Effekt, der die Karziogenese fördert, könnte auf die Effekte auf PKC¹⁷, ODC¹⁸, 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



„Die Grafik veranschaulicht einige zelluläre Angriffspunkte von elektromagnetischen Wellen im Radiofrequenzbereich (RFEMW). Eine akute (Kurzzeit)-Exposition kann zu einer Steigerung der Aktivität der NADH - Oxidase auf der Plasmamembran führen, wodurch verstärkt reaktive Sauerstoffspezies (ROS) gebildet werden. Eine ROS-Zunahme kann den Rezeptor für den endothelialen Wachstumsfaktor (EGF) stimulieren, was zu einer Aktivierung des extrazellulär regulierten Kinasen (ERK) Signalwegs führt. Der ERK Signalweg beinhaltet die Aktivierung von Ras, Raf Proteinen und MAP-Kinasen (MAPK). Der MAPK Signalweg spielt eine Rolle in der Entstehung von Tumoren. Eine Langzeitexposition gegenüber ROS aktiviert unterschiedliche Stress-Kinase (p38 MAPKinasen).

Die Aktivierung der p38 MAP Kinase kann den ERK Signalpfad stimulieren und zudem Hitzeschockproteine (Hsp) phosphorylieren, wodurch die Apoptose blockiert wird. Eine Blockierung der Apoptose kann die Entstehung von Krebs fördern, indem Zellen mit geschädigter DNA weiter existieren. Hsp stabilisieren endotheliale Stressfasern und verändern die Sekretion von bFGF. Das kann zu einer gesteigerten Durchlässigkeit der Blut-Hoden-Schranke führen was sich in Unfruchtbarkeit zeigen kann. RFEMW können dazuhin Krebs fördern, indem die Ornithin-Decarboxylase (ODC) stimuliert wird. ODC ist ein Enzym, welches bei der Polyamin-Synthese beteiligt ist und mit Calciumkanälen der Plasmamembran wechselwirkt.“

Eigene Übersetzung des Textes aus Desai et al: „Pathophysiologie der Mobilfunkstrahlung: Oxidativer Stress und Karzinogenese mit dem Focus auf das männliche Fortpflanzungssystem“ 2009, s.a. umg 3/2010)

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.“¹⁹ Dieser Artikel steht in deutscher Übersetzung auf www.mobilfunkstudien.de zum kostenlosen Download.

Veränderungen im Testosteron Haushalt

Einen weiteren Aspekt bringt die 2010 veröffentlichte Studie „Wirkungen einer Mobiltelefon-Befeldung auf das Serum-Testosteron in Wistar-Albino-Ratten“ von Meo et al.. Testosteron gehört zu der Hormon-Gruppe der Androgene und wird vor allem im Hoden produziert. Testosteron bewirkt die Ausbildung der sekundären männlichen Geschlechtsmerkmale und fördert die Spermienreifung.

Das Studienergebnis wird im EMF-Portal zusammengefasst:

„Die Ergebnisse zeigten, dass eine Mobiltelefon-Exposition für 60 Minuten pro Tag für die insgesamt Dauer von drei Monaten, im Vergleich zu der Kontrollgruppe, signifikant die Testosteron-Gehalte im Serum verminderte. Testosteron ist ein primäres männliches Geschlechts-Hormon und jede Veränderung der normalen Werte könnte verheerend für die reproduktive und allgemeine Gesundheit sein.“

WLAN-Strahlung aus dem Laptop kann sich auf die Fruchtbarkeit beim Mann auswirken

Veröffentlicht: 24. Juli 2010 von Igor I. Solar

Argentinische Wissenschaftler haben herausgefunden, dass die von einem mit dem Internet verbundenen Laptop ausgehende WLAN-Strahlung, sofern dieser auf dem Schoß des Anwenders platziert ist, die männliche Fruchtbarkeit beeinträchtigen kann, indem dadurch die Beweglichkeit (Motilität) von Spermien reduziert und die DNA fragmentiert (aufgebrochen) wird.

Die Forschungsstudie, die erste auf der Welt zu diesem Thema, wurde von Experten von Nascentis durchgeführt, einem Zentrum für Fortpflanzungsmedizin in Córdoba, Argentinien. Die Ergebnisse der Studie werden auf dem 66. Kongress der Amerikanischen Gesellschaft für Fortpflanzungsmedizin (American Society for Reproductive Medicine (ASRM)), die im Oktober in Denver, USA, stattfinden wird, vorgestellt werden.

Die Forscher (unter der Leitung von Conrado Avendaño, einem auf Andrologie spezialisierten Biochemiker, in Zusammenarbeit mit Ariela Mata, einem Spezialisten für Fortpflanzungsbiologie und César Sánchez Sarmiento, dem Leiter des medizinischen Zentrums sowie weiteren Wissenschaftlern) haben gezeigt, dass die Beweglichkeit der Spermatozoen (Spermien) beeinträchtigt wird, wenn diese Zellen der von Laptops ausgehenden W-LAN-Strahlung ausgesetzt sind, gemäß eines Berichts, der in Córdobas Zeitung „La Voz“ (aus Spanisch) veröffentlicht wurde.

Für diese Studie haben die Forscher Spermienproben von gesunden Spendern untersucht, die in der jüngeren Vergangenheit an keinen Krankheiten litten. Jede Probe war in zwei gleiche Teile zerteilt, welche jeweils in getrennten Räumen mit kontrollierter Temperatur aufbewahrt wurden. Eine der Unter-Proben wurde unter einem Laptop platziert, welches über W-LAN mit dem Internet verbunden war, um die Bedingungen zu kopieren, die bestehen, wenn ein Mann seinen Laptop auf seinen Schoß nimmt.

„Nach vier Stunden Inkubationszeit der Spermien unter unterschiedlichen Bedingungen fanden wir heraus, dass in der Probe, die unter dem Laptop platziert wurde, sich die Strahlung auf eine hohe Anzahl von Spermien auswirkte.“, sagte Dr. Avendaño gegenüber "La Voz". Der Forscher kommt zur Schlussfolgerung, dass ihre Studie aufzeigt, dass die Exposition der Spermien gegenüber der W-LAN-Strahlung des Geräts die Spermienzellen nicht abtötet, sondern ihre Motilität/Beweglichkeit beeinflusst. Durch die Untersuchung der Integrität der DNA der Spermienzellen fanden sie zudem heraus, dass ein erheblicher Unterschied zwischen beiden Unter-Proben erkennbar war: „Der Teil der Proben, welcher der Strahlung ausgesetzt war, wies eine starke Zunahme von Spermienzellen mit einer fragmentierten (aufgebrochenen) DNA auf.“, sagte Avendaño.

Die Ergebnisse der Untersuchung sind bedeutsam, denn vorangegangene Studien in der Fortpflanzungsmedizin hatten gezeigt, dass einige der Probleme bei der Befruchtung und der Entwicklung von Embryos durch Schäden in den DNA-Molekülen der Spermien verursacht wurden. Während sich die Wissenschaftler darüber einig sind, dass weitere Forschung in dieser Sache notwendig ist, raten sie Männern es zu vermeiden, ihre Laptops auf ihrem Schoß zu platzieren, „insbesondere wenn sie über W-LAN mit dem Internet verbunden sind.“

Die Studie führt zu neuen Erkenntnissen über die Auswirkungen von elektromagnetischen Feldern (EMF) auf die menschliche Gesundheit. Die Intensität der elektromagnetischen Felder, die vom W-LAN ausgehen, sind weit niedriger als jene, die von Handys verursacht werden und es gibt weniger öffentliche Besorgnis über mögliche Gesundheitsprobleme im Zusammenhang mit W-LAN-Geräten. Die amerikanische Gesundheitsschutzbehörde (Health Protection Agency (HPA)) erklärt, dass wenn eine Person ein Jahr an einem W-LAN-Hotspot verbringt, sie die gleiche Funkstrahlendosis aufnimmt, wie bei einem 20-minütigen Handy-Telefonat.

W-LAN-Zugangsknoten befinden sich oft in unmittelbarer Nähe zum Aufenthaltsort von Menschen. Die bereits niedrigen Intensität verringert sich über die Entfernung schnell und folgt dem Abstandsgesetz. Die Ergebnisse dieser Studie legen nichtsdestotrotz nahe, dass wenn ein Laptop über lange Zeiträume verwendet wird, sich die elektromagnetischen Felder auf die empfindlichen Fortpflanzungsorgane des männlichen Anwenders auswirken können, indem sie die DNA schädigen und die Motilität der Spermienzellen verringern.

<http://www.digitaljournal.com/print/article/2950852>

Wichtige Studienergebnisse zur Spermien-schädigung

Agarwal et al., 2008: Bestrahlte Spermienproben zeigten eine signifikante Verminderung der Spermien-Motilität und -Lebensfähigkeit, einen Anstieg des Gehaltes reaktiver Sauerstoffspezies (in allen Gruppen: insgesamt, normale Spender, Patienten). Es wird geschlussfolgert, dass von Handys emittierte hochfrequente elektromagnetische Felder zu oxidativem Stress im menschlichen Samen führen.

Akdag et al., 1999: Die Nebenhoden-Spermien-Anzahl und -morphologie und das Gewicht und die Morphologie der Hoden und Nebenhoden wurden durch eine chronische anhaltende Mikrowellen-Exposition beeinflusst. Das Auftreten von Symptomen war abhängig von der Expositions-Dauer.

DeJuliis et al., 2009: Insgesamt erhöht eine hochfrequente elektromagnetische Feld-Exposition mit einer Leistungsdichte und aus einem Frequenz-Bereich von Mobiltelefonen die Bildung reaktiver Sauerstoffspezies in den Mitochondrien der menschlichen Spermatozoen, was die Spermienmotilität und Spermien-Vitalität vermindert und die DNA-Fragmentierung stimuliert.

Davoudi et al., 2002: Die Daten deuten auf eine verminderte Beweglichkeit der progressiv schnell-beweglichen Spermien hin, verursacht durch elektromagnetische Wellen von GSM-Mobiltelefonen.

Erogul, et al., 2006: Statistisch signifikante Unterschiede der Spermienmotilität wurden nach Bestrahlung in den Kategorien schnell progressiv, langsam progressiv und keine Motilität beobachtet.

Falzone et al., 2007: Zwei kinematische Parameter der Spermien-Geschwindigkeit und -Bewegung waren nach der Exposition bei der spezifischen Absorptionsrate von 5,7 W/kg signifikant vermindert. Hierbei handelt es sich nicht um einen thermischen Effekt.

Fejes et al., 2005: Die Dauer des Besitzes und die tägliche Übertragungszeit korrelierten negativ mit dem Anteil schnell progressiver freibeweglicher Spermien und positiv mit dem Anteil langsam progressiver freibeweglicher Spermien. Die anhaltende Nutzung von Handys könnte negative Wirkungen auf die Eigenschaften der Spermienmotilität haben.

Gul et al., 2009: Die Anzahl der Jungtiere pro Wurf war in der Expositions-Gruppe im Vergleich zur Kontroll-Gruppe signifikant vermindert. Die verminderte Follikel-Anzahl in Jungtieren, die bei Mikrowellen von Handys exponiert wurden, deutet darauf hin, dass eine intrauterine Exposition toxische Wirkungen auf die Eierstöcke hat.

Li et al., 2010: Es wurde ein zweifach erhöhtes Risiko für schlechte Spermien-Qualität bei den Teilnehmern beobachtet, die täglich für einen relativ langen Zeitraum (2,4 Stunden/Tag) bei Magnetfeldern über 0,16 DT exponiert

waren, im Vergleich zu weniger stark exponierten Teilnehmern. Die Autoren folgern, dass einige Hinweise gefunden wurden, dass Magnetfelder einen negativen Effektauf die Spermien-Qualität haben könnten.

Kumar et al., 2010: Die Ergebnisse zeigten in der exponierten Gruppe, im Vergleich zur schein-exponierten Gruppe, signifikante Veränderungen im Gehalt der reaktiven Sauerstoffspezies (Anstieg), der Histon-Kinase-Enzymaktivität (Abnahme), der apoptotischen Zellen (Zunahme) und dem Prozentsatz an G2-Phase/Mitose-Phase-Zellen (Abnahme) im Zellzyklus.

Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass es eine signifikante Wirkung der Mikrowellen-Exposition auf die reproduktiven Parameter von männlichen Ratten gibt.

Meo et al., 2010: Die Ergebnisse zeigten, dass eine Mobiltelefon-Exposition für 60 Minuten pro Tag für die insgesamt Dauer von drei Monaten, im Vergleich zu der Kontrollgruppe, signifikant die Testosteron-Gehalte im Serum verminderte.

Magras et al., 1997: Es wurde eine fortschreitende Verminderung bei der Anzahl der Neugeborenen pro Muttertier gefunden, die in einer irreversiblen Infertilität endete.

Mailankot et al., 2009: Die exponierten Ratten wiesen einen signifikant verminderten Prozentsatz beweglicher Spermien auf. Darüber hinaus führte die Exposition in den Hoden und Nebenhoden zu einem signifikanten Anstieg der Lipidperoxidation und einem geringeren Glutathion-Gehalt. Insgesamt spekulieren die Autoren, dass hochfrequente elektromagnetische Felder von Handys negativ die Samen-Qualität beeinflussen und die männliche Fertilität stören könnten.

Otitoloju et al., 2009: Die Exposition von männlichen Mäusen bei hochfrequenter Befeldung durch GSM-Basisstationen an einem Arbeitsplatz-Komplex und in einer Wohnumfeld-Umgebung verursachte jeweils 39,78 und 46,03% Spermien-Kopf-Missbildungen, im Vergleich zu 2,13% in der Kontrollgruppe.

Salama et al., 2008: Im Vergleich zu den unbestrahlten Kontrollgruppen (Gruppe 2 und 3) trat bei der Expositions-Gruppe in Woche 6 eine Verminderung der Spermien-Konzentration auf. Diese wurde in Woche 8 statistisch signifikant. Es zeigte sich in der Mobilfunk-Expositions-Gruppe eine signifikante Verminderung im Durchmesser der Samenkanälchen. Insgesamt konnte eine schwache gepulste Hochfrequenz, ausgehend von einem konventionellen Mobiltelefon in Standby-Position, die Hoden-Funktion und -Struktur in adulten Kaninchen beeinflussen.

Yan et al., 2007: Die auffälligsten Abnormalitäten in der Expositions-Gruppe bestanden in signifikant weniger motilen Spermien-Zellen und in zahlreichen Verklumpungen der Spermien-Zellen. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass das Tragen von Mobiltelefonen in der Nähe der Reproduktionsorgane negativ die männliche Fertilität beeinflussen könnte.

Embryotoxizität: Eine Warnung an Schwangere

In den deutschsprachigen Ländern werden die Ergebnisse zur Wirkung von EMF auf die Entwicklung des werdenden Lebens völlig ignoriert, nicht nur Männer, auch Mädchen und Frauen sind davon betroffen. Hochfrequente Strahlenquellen sind embryotoxisch, deshalb warnt die griechische Forschergruppe um Professor I. Magras (Aristotle University of Thessaloniki):

„Aufgrund der Ergebnisse unserer experimentellen Studien sowie in Übereinstimmung mit dem Vorsorgeprinzip empfehlen wir für menschliche Embryos und Kinder, im Hinblick auf HF-Strahlung wie zum Beispiel von Mobiltelefonen alle geeigneten Vorsichtsmaßnahmen zu ergreifen.“²⁰ Diese Warnung basiert auf langjährigen Versuchen, die Prof. I. Magras im Mai 2008 vorstellte: „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/cm²)²¹ 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.**“ (Eigene Übersetzung)

Zelltod durch Bestrahlung: Absterbende Fliegen-Eier

Eine Vorbemerkung für Nicht-Biologen: 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“, so heißt es in einem weltweit führenden Lehrbuch der Zellbiologie²².

Mädchen werden mit allen Eizellen geboren. Von der Geburt bis zur Pubertät ruhen sie in den Eierstöcken. Mit der Pubertät beginnt die Menstruation. Die Eizellen können also ab ihrer Herausbildung permanent bestrahlt sein. Das Ei, das „springt“, hat also evtl. schon eine Bestrahlungskarriere hinter sich. Die Ergebnisse aus Tierversuchen sind mehr als alarmierend. Für den in der Embryonalentwicklung wirkenden Schädigungsmechanismus gibt die Studie der griechischen Gruppe um Panagopoulos et al.: „Zelltod, induziert durch GSM 900 MHz und DCS 1800 MHz



Mobiltelefon-Strahlung²³ wichtige Hinweise. Zum Hauptergebnis der Studie schreibt der Elektromogreport 4/2007: „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.“ (Zitat nach EMF-Portal) Die Fachzeitung Elektromogreport 4/2007 schreibt zu Panagopoulos et al., „dass elektrische Felder im Bereich von einigen Volt pro Meter (V/m) in der Lage sind, Zellfunktionen zu unterbrechen durch irreguläres Öffnen von Kanälen (gating), nämlich von elektrosensitiven Ionenkanälen der Plasmamembranen. Die elektromagnetischen Felder von 900 MHz und 1800 MHz haben anscheinend genügend Intensität, um diese Vorgänge auszulösen ... Obwohl man es nicht direkt übertragen kann, halten es die Forscher für möglich, dass ähnliche Wirkungen auch bei Menschen auftreten können...Es kann auch sein, dass die Einleitung des Zelltods vieler Zellen der Grund für Kopfschmerzen, Müdigkeit und Schlafstörungen ist, bekannt als "Mikrowellensyndrom".“²⁴ Diese Studie enthält darüberhinaus einen wichtigen Hinweis auf die Ursache vieler Befindlichkeitsstörungen wie Kopfschmerzen oder Erschöpfung, die oft nach Entfernen der Strahlungsquelle wie z.B. DECT-Telefonen verschwinden. Auch Rezk et al. (2008)²⁵ weisen auf den Einfluss der Strahlung auf den Fötus hin:

„Bei der pränatalen und postnatalen Mobiltelefon-Benutzung zeigte sich ein signifikanter Anstieg in der fötalen und neonatalen Herzfrequenz und ein signifikanter Abfall im diastolischen Volumen, systolischen Volumen, Entladungsvolumen und in der kardialen Leistung. Die Wirkung der Mobiltelefon-Exposition ließ für alle Messparameter mit steigendem Gestations-Alter nach. Die Ergebnisse zeigen, dass eine elektromagnetische Befeldung mit Mobiltelefonen zu fötaler Tachykardie (Herzrasen) führt.“ (Zitat aus dem emf-portal).

Selbst im Bericht der deutschen Strahlenschutzkommission an den Bundestag heisst es: „Während für die gesundheitliche Bewertung akuter Expositionen aus biologischer Sicht bereits vielfältiges Datenmaterial vorliege, sei für die Bewertung länger anhaltender bis lebenslanger Expositionen noch Forschungsbedarf gegeben, der besonders im Hinblick auf potenzielle Langzeiteffekte zu sehen sei. Offene Fragen ergeben sich auch bezüglich der Exposition von Föten und Kindern sowie potenzieller Auswirkungen auf Kognition, Befindlichkeit und Schlaf.“ (Drucksache 16/11557, S. 11)

Bringt man diese Ergebnisse von Panagopoulos zum Zelltod in der Eireifung, die an Fliegen durchgeführt wurden, und die von Magras über die Einwirkung auf Embryonen zusammen, so macht dies das enorme Gefährdungspotential der Mikrowellenstrahlung deutlich.

2010: Bestätigung durch neue Untersuchungen-kumulativer Effekt gefunden

- Chavdoula et al.(2010) stellten in der Studie „Vergleich der biologischen Wirkungen zwischen kontinuierlicher und intermittierender Exposition bei GSM 900 MHz Mobiltelefon-Befeldung: Nachweis von apoptotischen Zelltod-Merkmalen“ fest, dass sich das Reproduktions-Vermögen verminderte, das Aktin-Zytoskelett-Netzwerk (Strukturprotein im Zellskelett) der Eikammern veränderte und diese Wirkung aufgrund von DNA-Fragmentierung zustandekommt.
- Panagopoulos et al. konnten in der Untersuchung „Die Wirkung der Expositions-Dauer auf die biologische Aktivität der Handy-Befeldung“ (2010) einen **kumulativen Effekt** nachweisen: Die Ergebnisse zeigten, dass das Reproduktions-Vermögen nahezu linear mit ansteigender Expositions- Dauer, sowohl bei GSM 900 MHz- als auch bei DCS 1800 MHz-Befeldung, abnahm, was darauf hindeutet, dass kurzzeitige Expositionen bei diesen Befeldungen kumulative Wirkungen auf lebende Organismen haben. Zusätzlich zeigten diese Ergebnisse, dass bei denselben Expositions-Dauern und unter gleichen Befeldungsstärken die GSM 900 MHz-Exposition biologisch etwas aktiver ist als die DCS 1800 MHz-Exposition.
- Balmori legte 2010 eine Untersuchung zu Kaulquappen vor. Die Kaulquappen wurden in zwei Becken mit Sauerstoff und täglicher Nahrung gehalten, die auf einer Terasse im fünften Stock mit einem Abstand von 140 Metern zu verschiedenen Mobilfunk Sendemasten platziert wurden. Es wurden zwei Gruppen verwendet

(Exposition und Kontroll-Gruppe, jede Gruppe n=70). Das Experiment dauert zwei Monate (von der Ei-Phase bis zur fortgeschrittenen Phase der Kaulquappen vor der Metamorphose). Die Mortalität in der bestrahlten Gruppe betrug 90%, in der unbestrahlten 4,2%.

Zum Schluss dieser Darstellung der Studienlage zum Einfluss der Handynutzung auf die Fruchtbarkeit sei folgende historische Parallele angemerkt. In den zwanziger Jahren wurde von Hermann Muller in den USA an der University of Indiana entdeckt, dass radioaktive Strahlung bei Fruchtfliegen Mutationen bewirkt. Dafür bekam er 1946 den Nobelpreis. Die NCRP (USA-Strahlenschutzkommission) war daraufhin der Ansicht, dass die Grenzwerte für Menschen gesenkt werden müssen²⁶.

Verharmlosung durch staatliche Stellen

Die Ergebnisse der De Iulii/Aitken - Studie über Wirkmechanismen und DNA-Schäden decken sich mit denen des ATHEM-Reports der AUVA²⁷, den Ergebnissen der Metastudie von Prof. H. Rüdiger „Gentoxische Effekte von radiofrequenten elektromagnetischen Feldern“ (2009)²⁸ und den Studienzusammenfassungen von Adlkofer, Belyaev und Shiroff in der Broschüre „Wie empfindlich reagieren die Gene auf Mobilfunkstrahlung?“. Auch dort wird oxidativer Stress als wesentlicher Schädigungsmechanismus dargestellt. Die Brisanz dieser Fülle an Ergebnissen ist staatlichen Stellen sehr bewusst. Auf den ATHEM-Report ließ die damalige deutsche Bundesregierung ihren Staatssekretär des Umweltministers, Matthias Machnik, auf eine Anfrage der Bundestagsabgeordneten Kottling – Uhl (GRÜNE) unmittelbar reagieren, wiederum mit einer verharmlosenden Stellungnahme.²⁹ Kein Wunder: Machnik, ein Strippenzieher in der SPD, war vorher Kommunikationsberater der BBDO Consulting GmbH und in der Geschäftsleitung von Booz Allen Hamilton, eine der mächtigsten US-Technologieberatungsfirmen.

Auch der oberste deutsche Mobilfunkstrahlenschutz, Professor Alexander Lerchl, ist sich über die gesundheitspolitische Zeitbombe dieser Erkenntnisse über DNA – Schäden bewusst: „Sollten sie sich bestätigen, wäre dies nicht bloß ein Alarmsignal, sondern der Anfang vom Ende des Mobilfunks, da DNA-Schäden die erste Stufe der Krebsentstehung sind.“(S.43)³⁰

Anders gesagt: Nimmt man Prof. Lerchl beim Wort, so wäre nach diesen vorliegenden Forschungsberichten das „Ende“ eingeläutet. Das kann die Industrie nicht zulassen. Die deutsche Strahlenschutzkommission (SSK), Prof. Lerchl und die Bundesregierung, die durch Lizenzgebühren und Industriebeteiligungen eng mit der Mobilfunkindustrie verflochten ist, reagieren mit einer immer aggressiver werdenden Verharmlosungsstrategie, die auch vor Rufmord und Forschungsverhinderung nicht mehr zurückschreckt.³¹

Das passive Verhalten der Gesundheitsbehörden ist ein Ergebnis des Lobbyismus

Angesichts der eindeutigen Ergebnisse müsste man erwarten, dass die Gesundheitsbehörden Vorsorgemaßnahmen einleiten. Die Stellungnahme des deutschen Bundesamtes für

Strahlenschutz (BfS) „Einfluss der Handynutzung auf die männliche Fruchtbarkeit“ vom August 2008 zeigt, dass man die Brisanz für die Gesundheit der Bevölkerung und die besondere Gefährdung der jungen Generation erkannt hat, aber bewusst das Gegenteil von verantwortlicher Gesundheitspolitik macht: Denn man spielt die Ergebnisse herunter. Das BfS stellt in seiner Stellungnahme zunächst den damaligen Forschungsstand ausführlich und korrekt dar:

„Es wird oft kontrovers diskutiert, ob die Handynutzung einen Einfluss auf die männliche Fruchtbarkeit hat. Als erste haben Davoudi et al. (2002) anhand einer Gruppe von 13 gesunden Männern berichtet, dass die häufige Nutzung eines GSM Mobiltelefons die Beweglichkeit von Spermien reduziert...Wdowiak et al. (2007) untersuchten 304 Männer und fanden eine reduzierte Zahl beweglicher und einen Anstieg morphologisch defekter Spermien bei häufigen Telefonnutzern gegenüber Nichtnutzern ... Eine ähnliche Beobachtung beschreiben Agarwal et al. (2008), die 361 Patienten untersuchten.“

Und daraus folgt die erstaunliche entwarnende Schlussfolgerung des BfS:

„Allen Studien gemeinsam ist, dass der Zusammenhang zwischen Telefonnutzung und männlicher Fruchtbarkeit, nicht aber der direkte Zusammenhang mit elektromagnetischen Feldern untersucht wurde.“³²

Diese Aussage ist absurd, denn natürlich beziehen sich alle Forschungen auf den Zusammenhang von EMF und Telefonnutzung, so heißt z.B. die Untersuchung von Davoudi unzweideutig: „Der Einfluß elektromagnetischer Wellen auf die Spermienmotilität.“ Das BfS stellt sich mit dieser skandalösen und ebenso schon peinlichen Stellungnahme schützend vor die Mobilfunkindustrie. Diese Stellungnahme steht in Methode, Interpretation und Ziel in einer Reihe mit dem Deutschen Mobilfunkforschungsprogramm (DMF), das die internationale Forschungslage ausblendete. Die im August 2008 veröffentlichten Verharmlosungen durch das BfS bestätigen die Gesundheitsbehörden wiederum in ihrer Passivität und verhindern die notwendige Vorsorgepolitik. Der Staat erweist sich als Legitimationsorgan von Industrieinteressen.

Für den Fachinformationsdienst *Elektrosmogreport 6/2009* ist es eine „ absurde Situation, dass die Bevölkerung von Industrie und Politik jahrelang getäuscht wurde und immer noch wird. Wissenschaftler, die unabhängige Forschung betreiben und unliebsame Ergebnisse produzieren, werden verunglimpft, und die politisch Verantwortlichen in verschiedenen Gremien, Institutionen und Regierung negieren jegliche Schädigung durch Mobilfunk...um zu erreichen, weder bei Grenzwerten noch bei weiterer, unerwünschter Forschung Handlungsbedarf sehen zu müssen. Zudem hat es Methode beim BfS, Aussagen der Wissenschaftler zu schädlichen Wirkungen zu verfälschen oder wegzulassen.“

Angesichts der eindeutigen Forschungsergebnisse fordert die Verbraucherschutzorganisation Diagnose-Funk alle Organisationen und Einzelpersonen, die sich mit der Gesundheitsvorsorge und besonders dem Schutz von Kindern und Jugendlichen befassen, dazu auf, die Aufklärung selbst in die Hand zu nehmen und gleichzeitig bei den Gesundheitsbehörden und bei der Politik zu intervenieren und eine Vorsorgepolitik einzufordern.

Literatur

- Agarwal A, Deepinder F, Sharma RK, Ranga G, Li J, Wirkung der Mobiltelefon-Nutzung auf die Samen-Analyse bei Männern in Behandlung in einer Unfruchtbarkeitsklinik: Eine Beobachtungsstudie. *Fertil Steril* 2008; 89 (1): 124 – 128
- Agarwal A, Desai NR, Makker K, Varghese A, Mouradi R, Sabanegh E, Sharma R, Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Wellen (RF-EMW) von Mobiltelefonen auf den humanen ejakulierten Samen: Eine in vitro-Studie. *Fertil Steril* 2009; 92 (4): 1318 – 1325
- Aitken RJ, Bennetts LE, Sawyer D, Wiklendt AM, King BV, Folgen hochfrequenter elektromagnetischer Feld-Einwirkung auf die DNA-Integrität in der männlichen Keimbahn. *Int J Androl* 2005; 28 (3): 171 – 179
- Balmori A, Mobilfunk-Mast-Wirkungen auf Grasfrosch (*Rana temporaria*)-Kaulquappen: die Stadt wird zum Labor, *Electromagn Biol Med* 2010; 29 (1-2): 31 – 35
- Chavdoula ED, Panagopoulos DJ, Margaritis, LH, Vergleich der biologischen Wirkungen zwischen kontinuierlicher und intermittierender Exposition bei GSM 900 MHz Mobiltelefon-Befeldung: Nachweis von apoptotischen Zelltod-Merkmalen, *Mutat Res* 2010; 700 (1-2): 51 - 61
- Dasdag S, Akdag MZ, Aksen F, Yilmaz F, Basham M, Dasdag AA, Celik MS (2003) Whole body exposure of rats to microwaves emitted from a cell phone does not affect testes. *Bioelectromagnetics* 24: 182 - 183
- Dasdag S, Akdag MZ, Ulukaya E, Uzunlar AK, Yegin D, Mobile phone exposure does not induce apoptosis on spermatogenesis in rats. *Arch Med Res.* 39(1): 40 – 44, 2008
- Davoudi M, Brössner C, Kuber WJ, Der Einfluß elektromagnetischer Wellen auf die Spermienmotilität. *Urol. Urogynäkol* 9(3): 18 – 22, 2002
- De Iuliis GN, Newey RJ, King BV, Aitken RJ, Mobilfunk-Befeldung induziert die Produktion reaktiver Sauerstoffspezies und DNA-Schaden in menschlichen Spermatozoen in vitro. *PLoS One* 2009; 4 (7): e6446, 2009
- 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. *Arch Med Res.* 37(7): 840 –843, 2006
- 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. *Bioelectromagnetics* 29(4): 268-276, 2008

- Fejes I, Závaczk Z, Szöllösi J, Koloszar S, Daru J, Kovacs L, Pal A, Is there a relationship between cell phone use and semen quality? *Arch Androl.* 51: 385 – 393, 2005
- Forgacs Z, Kubinyi G, Sinay G, Bakos J, Hudak A, Surjan A, Revesz C, Thuroczy G, Effects of 1800 MHz GSM-like exposure on the gonadal function and hematological parameters of male mice. *Magy. Onkol.* 49(2): 149 – 151, 2005
- Forgacs Z, Somosy Z, Kubinyi G, Bakos J, Hudak A, Surjan A, Thuroczy G, Effect of whole-body 1800MHz GSM-like microwave exposure on testicular steroidogenesis and histology in mice. *Reprod. Toxicol* 22: 111 – 117, 2006
- Gul A, Celebi H, Ugras S, Die Wirkungen von Mikrowellen, die von Mobiltelefonen ausgehen, auf die Ei-Follikel bei Ratten. *Arch Gynecol Obstet* 2009; 280 (5): 729 - 733
- Li DK, Yan B, Li Z, Gao E, Miao M, Gong D, Weng X, Ferber JR, Yuan W, Exposition bei Magnetfeldern und das Risiko schlechter Spermien-Qualität. *Reprod Toxicol* 2010; 29 (1): 86 - 92
- Magras IN, Xenos TD, Hochfrequenz-Befeldungs-induzierte Veränderungen in der pränatalen Entwicklung von Mäusen, *Bioelectromagnetics* 1997; 18 (6): 455 - 461
- Mailankot M, Kunnath AP, Jayalekshmi H, Koduru B, Valsalan R, Hochfrequente elektromagnetische Befeldung (RF-EMR) durch GSM (0.9/1.8GHz)-Mobiltelefone induziert oxidativen Stress und reduziert die Spermien-Motilität von Ratten. *Clinics (Sao Paulo)* 2009; 64 (6): 561 - 565
- Meo SA, Wirkungen einer Mobiltelefon-Befeldung auf das Serum-Testosteron in Wistar-Albino-Ratten. *Saudi Med J* 2010; 31 (8): 869 - 873
- Otitolaju AA, Obe IA, Adewale OA, Otubanjo OA, Osunkalu VO, Vorstudie zur Induktion von Spermienkopf-Anomalien bei Mäusen, *Mus musculus*, die bei hochfrequenter Befeldung von Global System for Mobile Communication- Basisstation exponiert wurden. *Bull Environ Contam Toxicol* 2009;
- Ozguner M, Koyu A, Cesur G, Ural M, Ozguner F, Gokcimen A, Delibas N, Biological and morphological effects on the reproductive organ of rats after exposure to electromagnetic field. *Saudi Med J.* 26(3): 405 – 410, 2005
- Panagopoulos DJ, Karabarbounis A, Margaritis LH, Wirkung von 900 MHz GSM-Mobiltelefon-Befeldung auf die Reproduktions-Vermögen von *Drosophila melanogaster*, *Electromagn Biol Med* 2004; 23 (1): 29 – 43
- Panagopoulos DJ, Chavdoula ED, Nezis IP, Margaritis LH, Zelltod, induziert durch GSM 900 MHz und DCS 1800 MHz Mobiltelefon-Strahlung., *Mutat Res* 2007; 626 (1-2): 69 - 78
- Panagopoulos DJ, Chavdoula ED, Karabarbounis A, Margaritis LH, Vergleich der Bioaktivität zwischen GSM 900 MHz und DCS 1800 MHz Mobilfunk-Befeldung, *Electromagn Biol Med* 2007; 26 (1): 33 - 44
- Panagopoulos DJ, Margaritis LH, Die Identifizierung eines Intensitäts-Fensters der Bioeffekte durch eine Handy-Befeldung, *Int J Radiat Biol* 2010; 86 (5): 358 – 366
- Panagopoulos DJ, Chavdoula ED, Margaritis LH, Bioeffekte der Handy-Befeldung im Verhältnis zu ihrer Stärke oder Distanz zur Antenne, *Int J Radiat Biol* 2010; 86 (5): 345 – 357
- Panagopoulos DJ, Margaritis LH, Die Wirkung der Expositions-Dauer auf die biologische Aktivität der Handy-Befeldung, *Mutat Res* 2010; 699 (1-2): 17 - 22
- Ribeiro EP, Rhoden EL, Horn MM, Rhoden C, Lima LP, Toniolo L., Effects of subchronic exposure to radio frequency from a conventional cellular telephone on testicular function in adult rats. *J Urol.* 177(1): 195 – 399, 2007
- Wdowiak A, Wdowiak L, Wiktor H, Evaluation of the effect of using mobile phones on male fertility. *Ann Agric Environ Med.* 14(1): 169 – 172, 2007
- Salama N, Kishimoto T, Kanayama HO, Kagawa S, Das Mobiltelefon vermindert Fruktose, aber nicht Citrat in Kaninchen-Samen: Eine Kohortenstudie. *Syst Biol Reprod Med* 2009; 55 : 181 – 187
- Salama N, Kishimoto T, Kanayama HO, Kagawa S, Wirkungen einer Mobiltelefon-Exposition auf das Sexualverhalten adulter männlicher Kaninchen: Eine Beobachtungsstudie. *Int J Impot Res* 2010; 22 (2): 127 – 133
- Salama N, Kishimoto T, Kanayama HO, Wirkungen der Exposition bei einem Mobiltelefon auf die Hoden-Funktion und -Struktur in einem erwachsenen Kaninchen. *Int J Androl* 2010; 33 (1): 88 - 94
- Yan JG, Agresti M, Bruce T, Yan YH, Granlund A, Matloub HS, Effects of cellular phone emissions on sperm motility in rats. *Fertil Steril.* 88(4): 957- 964, 2007

Anmerkungen

¹ Huber, Knirsch-Wagner: Nebenwirkung Handy, Wien 2007, S.31

² Mobile Phone Radiation Induces Reactive Oxygen Species Production and DNA Damage in Human Spermatozoa In Vitro, Geoffry N. De Iuliis, Rhiannon J. Newey, Bruce V. King, R. John Aitken, 2009:

³ 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.

⁴ Die Ausführungen dieses Brennpunktes basieren auf der Vorarbeit der Broschüre „Zellen im Strahlenstress“, wir danken den Autoren für die Genehmigung der Übernahme von Textpassagen und Abbildungen und empfehlen diese Broschüre als Vertiefung.

⁵ Das www.emf-portal.de wird an der RWTH-Aachen erstellt und ist eine Einrichtung des DMF, finanziert u.a. von der Bundesregierung.

⁶ Eine ausführliche Darstellung dieser Zusammenhänge in der Broschüre: Zellen im Strahlenstress (s.Anhang)

⁷ Agarwal et al: Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Wellen (RF-EMW) von Mobiltelefonen auf den humanen ejakulierten Samen: Eine in vitro-Pilotstudie, 2008.

⁸ „Wenn die Membranen der Kompartimente innerhalb der Zelle vom Angriff der Freien Radikale betroffen sind, werden Stoffe freigesetzt ..., die nun weitere Enzyme stimulieren und die Zelle schwer schädigen. Ein sehr sensibles System für solche Schädigungen sind Spermien. Bei ihnen ist ein einmaliger hocheffektiver Mikromotor tätig, der durch Umwelteinflüsse leicht beeinflusst werden kann – auch durch die oben beschriebenen Stressfaktoren. Die Folge ist eine verminderte Fruchtbarkeit.“ Warnke, Ulrich.Sensible Bereiche der biologischen Wirkung, in: Die Gefährdung und Schädigung von Kindern durch Mobilfunk, 2008

⁹ M. Davoudi et al.: Der Einfluß elektromagnetischer Wellen auf die Spermienmotilität, J Urol Urogynäkol 2002; 9 (3): 18–22

¹⁰ Zimmer, Guido: „Zellbiologische Mechanismen der Schädigung“, in: Die Gefährdung und Schädigung von Kindern durch Mobilfunk“, Hrsg..Richter, Zimmer, 2008

¹¹ Alberts.: Lehrbuch der molekularen Zellbiologie, 2005, S. 484

¹² Zu diesen Zusammenhängen siehe auch „EMF frisst Energie“, in der Broschüre „Zellen im Strahlenstress“, 2009

¹³ “The RF-EMR used for communications, including mobile phone networks, is not of high enough power to be classed as ionizing radiation. The latter has sufficient energy to pull away electrons, dramatically altering the properties of affected molecules and typically creating extremely reactive radical species. RF-EMR does not contain sufficient energy for these processes.” (Aitken, S. 6)

¹⁴ „Dabei haben wir feststellen können, dass die erste Stufe in der Zellmembran durch die NADH-Oxidase vermittelt wird, welche schnell reaktive Sauerstoffspezies (ROS) generiert. Diese ROS wiederum stimulieren direkt

Matrixmetallproteinasen und bringen sie dazu, das Heparin-bindende EGF abzuspalten und freizusetzen. Dieser freigesetzte EGF-ähnliche Wachstumsfaktor aktiviert EGF-Rezeptoren, was im weiteren Verlauf zur Aktivierung der ERK-Kaskade führt. Die vorliegende Studie zeigt somit zum ersten Mal einen detaillierten Mechanismus auf, durch den die elektromagnetische Strahlung von Mobiltelefonen die Aktivierung der ERK-Kaskade induziert, und demzufolge auch Transkriptionsvorgänge und andere Zellabläufe.“ Friedman et al.: Mechanismus einer kurzfristigen ERK-Aktivierung durch elektromagnetische Felder im Frequenzbereich des Mobilfunks. 2007 (Übersetzung: K.Gustavs).

¹⁵ Adlkofer, Kundi, Rüdiger, Mobilfunk, eine Technik ohne Risiko für die Gesundheit der Menschen? Umwelt-Medizin-Gesellschaft, 2/2008, S.118.

¹⁶ Reproductive Biology and Endocrinology 2009, 7:114 doi:10.1186/1477-7827-7-114

¹⁷ Proteinkinase C

¹⁸ Ornithindecaboxylase, Enzym, das als Indikator für die Proliferation dient.

¹⁹ “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

²⁰ Magras,I.: “Vorsorgemaßnahmen für die Nutzung von Mobiltelefonen, insbesondere für Embryos und Kinder, die aufgrund einer Reihe bioelektromagnetischer Experimente empfohlen werden“, Tagungsband 1st 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

²¹ entsprechen 1680 – 10 525 μ Watt/m², d.h. der Normalbelastung in deutschen Städten.

²² Alberts u.a., Lehrbuch der molekularen Zellbiologie, 3.Auflage, 2005, S.31

²³ 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. Siehe dazu auch: Lee KS, et al.: Elektromagnetische Wellen von Mobiltelefonen aktivieren den MAPK-Signalweg und regulieren die Lebensfähigkeit, von Drosophila, Bioelectromagnetics 2008; 29 (5)

²⁴ Der Begriff „Mikrowellensymptom“ geht auf Erwin Schliephake zurück. In dem Standardwerk „Kurzwellentherapie“, Stuttgart 1960, in dem die biologischen Wirkungen der Mikrowellenfrequenzen untersucht werden, heißt es:

„Die Beschwerden, die von den einzelnen Personen angegeben werden, sind ziemlich verschiedener Art. Auch die Empfindlichkeit einzelner Menschen ist verschieden; während manche schon sofort beim Einschalten des Senders unangenehme Empfindungen haben, treten bei anderen erst Beschwerden nach täglich fortgesetzter mehrstündiger

Beschäftigung an ungeschützten Sendern auf. Oft werden die Empfindungen im Kopf lokalisiert. Zunächst tritt manchmal das Gefühl eines eigenartigen Ziehens in der Stirn und der Kopfhaut auf; bei manchen Personen ist die Empfindlichkeit so groß, daß sie bei Betreten des Behandlungsraumes ohne weiteres angeben können, ob der Sender in Betrieb ist oder nicht, wobei selbstverständlich irgendwelche Gehörs- oder Lichterscheinungen vom Sender ausgeschlossen sein müssen. Bei längerem Aufenthalt im Strahlungsbereich eines Senders tritt dann meist Müdigkeit ein. Schließlich können sich Erscheinungen zeigen, wie wir sie an Neurasthenikern zu sehen gewohnt sind: Unruhe, Aufgeregtheit, unter Umständen auch Angstgefühle und Pessimismus; abends fällt meist das Einschlafen schwer, die betreffenden Personen schrecken aus dem Schlaf auf. Morgens früh besteht dafür Mattigkeit, Zerschlagenheit und Unlust. Bei weiterer fortgesetzter Einwirkung stellen sich dumpfer Druck im Kopf und Kopfschmerzen ein. (S.91)“.

²⁵ Fetal and neonatal responses following maternal exposure to mobile phones. Rezk AY, Abdulqawi K, Mustafa RM, Abo El-Azm TM, Al-Inany H, Saudi Med J 2008; 29 (2): 218 - 223

²⁶ Caufield, Catharine, Das strahlende Zeitalter, 1994, S.150

²⁷ Im „Brennpunkt“ vom 21.07.2009 von Diagnose-Funk werden die Ergebnisse des ATHEM-Reports dargestellt

²⁸ H.W. Ruediger, Genotoxic effects of radiofrequency electromagnetic fields, Pathophysiology(2009), doi:10.1016/j.pathophys. 2008.11.004.: “Taking altogether there is ample evidence that RF-EMF can alter the genetic material of exposed cells in vivo and in vitro and in more than one way. This genotoxic action may be mediated by microthermal effects in cellular structures, formation of free radicals, or an interaction with DNA-repair mechanisms.” (Abstract)

²⁹ Antwort des Staatssekretärs M. Machnig vom 29.07.2009 auf die Anfrage der Abgeordneten Kottling-Uhl, Arbeitsnummer 7/168 vom 23.07.2009

³⁰ Lerchl, Alexander: Fälscher im Labor und ihre Helfer, 2008

³¹ Siehe dazu: Von subtiler Fälschung zur Wissenschaftskriminalität, Beilage zur Broschüre Zellen im Strahlenstress, 2009; Richter, Karl: Selbsthilfe in einem System mentaler Korruption in: Adlkofer u.a.: Wie empfindlich reagieren die Gene auf Mobilfunkstrahlung?, 2008; Tina Goebel: Rufunterdrückung, Zeitschrift Profil, 24.11.2008; Antje Bultmann: Die gefälschte Fälschung, in: Raum und Zeit, 157/2009

³² Bundesamt für Strahlenschutz, Stellungnahme zum Thema „Einfluss der Handynutzung auf die männliche Fruchtbarkeit August 2008“, www.bfs.de, August 2008

Glossar

Antioxidantien: Substanzen, wie z.B. Vitamin E und Beta-Carotin, 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.

ATP, Adenosintriphosphat : Wichtiger Energielieferant der Zelle.. Eine der Schlüsselverbindungen des biologischen Energietransfers. ATP besteht aus der Purinbase Adenin, dem Zucker Ribose und drei miteinander verknüpften Phosphat-Gruppen, von denen zwei unter Energiegewinn abgespalten werden können, wobei Adenosindiphosphat (ADP) oder Adenosinmonophosphat (AMP) gebildet wird. Die bei dem Glucoseabbau gewonnene Energie wird genutzt, um aus ADP und anorganischem Phosphat wieder ATP zu synthetisieren.

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.

Elektromagnetisches Feld: Abk. EMF. 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.

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.

Ionenkanal: Ein Membranprotein, das einen regulierbaren Kanal für spezifische Ionen durch die Membran bildet. Ionenkanäle spielen eine wichtige Rolle bei Depolarisation und Repolarisation von Nerven und Muskelfasern.

Lipidperoxidation: Die Oxidation von mehrfach ungesättigten Fettsäuren durch Radikale. Dabei können Gewebeschäden auftreten. Lipidperoxide entstehen bei der Oxidation von mehrfach ungesättigten Fettsäuren durch Radikale. Dies kann zu Gewebeschäden durch Veränderungen an der Zellmembran führen.

MAPK (Mitogen aktivierte Proteinkinase): Eine Enzym-Familie, die eine wichtige Rolle in der Signaltransduktion spielt und Zell- Funktionen wie Zelldifferenzierung, Zellproliferation und Zelltod reguliert. Enzymatik. MAPK ist eine Serin/Threonin-Kinase, die durch verschiedene Reize (z.B. Wachstumsfaktoren, Stress-Reize, Zytokine, Ultraviolett-Strahlung, Hitzeschock und osmotischen Schock) über Proteinkinase-Kaskaden aktiviert wird. MAPK ist die letzte Stufe der Kaskade und wird durch Phosphorylierung durch die Mitogen aktivierte Proteinkinase-Kinase (MAPKK) aktiviert, die wiederum durch die Mitogen aktivierte Proteinkinase-Kinase-Kinase (MAPKKK) aktiviert wird. Die MAPKs sind weiter unterteilt in die extrazellulären signalregulierten Kinasen (ERKs), c-Jun-N-terminalen Kinasen (JNKs) und p38-Mitogen aktivierten Proteinkinasen.

Membranpotential: Die elektrischen Potenzialunterschiede an einer Membran, die unter anderem auf den Konzentrationsunterschieden von Natrium und Kalium beidseits der Membran beruhen. Diese Verteilung liegt an der selektiven Permeabilität der Membran für die verschiedenen Ionen und wird durch den aktiven Transport von Ionen mit Hilfe von Ionenpumpen erreicht. Das Membranpotenzial ist für die Weiterleitung von Nervenimpulsen, Muskelkontraktion, Herzfunktion und den Transport von Nährstoffen und Stoffwechselprodukten in und aus den Zellen entscheidend.

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.

Mitochondrien: Kleine Organellen eukaryontischer 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. Mitose: Mechanismus der Verdoppelung und Aufteilung des Erbmaterials auf die Tochterzellen bei der Zellteilung. Man teilt die Mitose in vier Phasen ein: 1. Prophase: die zuvor verdoppelten Chromosomen ziehen sich zusammen, die Kernmembran beginnt sich aufzulösen, der Spindelapparat wird gebildet. 2. Metaphase: die Chromosomen ordnen sich in der Äquatorialebene an, der Spindelapparat ist voll ausgebildet, die Kernmembran aufgelöst. 3. Anaphase: die Schwesterchromatiden jedes Chromosoms werden getrennt und von den Spindelfasern zu den beiden Zellpolen gezogen. 4. Telophase die neuen

Zellkerne werden gebildet, das Zytoplasma teilt sich zu zwei vollständigen Tochterzellen.

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

Nitrosativer Stress: entsteht, wenn durch eine gesteigerte Synthese Stickstoff -haltiger Verbindungen wie Stickstoffmonoxid (NO) mehr im Organismus vorhanden sind als abgebaut werden können. Dies kann zu Veränderungen in Protein-Strukturen und damit zur Störung der normalen Funktion führen. Nitrotyrosin ist ein Marker für oxidativen und nitrosativen Stress.

Oxidativer Stress entsteht, wenn oxidative Vorgänge durch freie Radikale (z.B. Wasserstoff-peroxid) 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.

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).

Diagnose-Funk Datenbank und Homepage:

www.mobilfunkstudien.org
www.diagnose-funk.org

Weitere Fachartikel auf www.mobilfunkstudien.org

Bildnachweise: Redaktion S.1, umg S.5, toonpool.com S.7

Impressum

Diagnose-Funk Giblenstrasse 3 | CH 8049 Zürich
Diagnose-Funk e.V. Postfach 150448 | D-70076 Stuttgart
redaktion.wissenschaft@diagnose-funk.org
www.diagnose-funk.org

Oktober 2010