

Steigende „Burn-out“- Inzidenz durch technisch erzeugte magnetische und elektromagnetische Felder des Mobil- und Kommunikationsfunks

Ulrich Warnke und Peter Hensinger

Das Burn-Out-Syndrom (BOS) ist eine psychosomatische Stresserkrankung. Exogener Stress führt zu Oxidativem Zellstress, einer übermäßigen Entstehung von Freien Sauerstoff-Radikalen, Stickstoff-Radikalen und Folgeprodukten (ROS/RNS). Dadurch entstehen mitochondriale Stoffwechselstörungen, die zu einem Mangel an ATP (Adenosintriphosphat) und in der Folge zur verminderten Leistungsfähigkeit der Zellen führen. ATP-Mangel ist ein wesentlicher Faktor beim BOS als auch beim Chronic Fatigue Syndrom (CFS). Ein zentrales Element der Multisystemerkrankung BOS sind die Entzündung (Inflammation) als Folge von nitrosativem und oxidativem Stress so wie die erworbene Mitochondropathie. Aus der Umgebung stammende schwache Magnetfelder (z.B. Gerätetransformatoren) und diverse Hochfrequenzschwingungen erhöhen die Ausbeute von Freien Radikalen und toxisch wirkenden Folgeprodukten. Die nicht-ionisierende Strahlung der Mobil- und Kommunikationstechnologie (Mobilfunkmasten, Handys, WLAN u.a.) führt ebenso zu Zellstress. Es besteht eine Wechselwirkung zwischen der Stressauslösung durch Lebensumstände, Magnetfelder und Mobil- und Kommunikationstechnologie. Der Mensch leidet an Funktionsstörungen und Krankheiten und - soweit sie vererbbar sind - gibt er sie als Vorschädigungen an die nächsten Generationen weiter, wie z.B. beim ‚Acquired Energy Dyssymbiosis Syndrom‘ (AEDS).

Schlüsselwörter: Burn-out, Elektromagnetische Felder, Mobilfunk, Stress, Chronic Fatigue Syndrome (CFS), chronische Entzündung, chronische Multisystemerkrankung (CMI), Acquired Energy Dyssymbiosis Syndrom (AEDS)

Anstieg der chronischen Multisystemerkrankungen

Die Definition von Erschöpfungszuständen, Niedergeschlagenheit, Antriebslosigkeit als pathologischer Zustand wird in der Medizingeschichte vor dem Hintergrund gesellschaftlicher Entwicklungen diskutiert, so wurden sie als Melancholie, Schwermut, Neurasthenie, Depression (EHRENBURG 2009) und heute als Burn-Out-Syndrom bezeichnet. Eine zentrale Rolle spielt dabei immer der Stress. Benkert definiert zeitgemäß: „Das Burnout-Syndrom ist eine spezifische Folge von Dauerstress.“ (BENKERT 2009). Burn-

Out gehört zu den chronischen Beschwerdebildern (GEUENICH & HAGEMANN 2012) mit steigender Prävalenz in der Gruppe der so genannten chronischen Multisystemerkrankungen (CMI: chronic multisystem illness) (siehe Abb. 1). Beschwerdebilder mit diffuser Symptomatik sind

- MCS (Multiple Chemical Sensitivity),
- CFS (Chronic Fatigue Syndrom),
- BOS (Burn Out Syndrom),
- PTSD (Posttraumatic Stress Disorder),
- Fibromyalgie-Syndrom.

Abstract

Increasing incidence of burn-out due to technologically generated magnetic and electromagnetic fields of mobile telephony and other wireless communication

Burn-out syndrome (BOS) is a psychosomatic stress disorder. Exogenous stress leads to oxidative cellular stress, the development of extremely large quantities of free oxygen radicals, nitrogen radicals and follow-on products (ROS/RNS). This leads to mitochondrial metabolism dysfunction, which leads to a lack in ATP (adenosine triphosphate) and as a consequence to a reduced performance of the cell. Lack of ATP is a crucial factor in BOS, as well as in Chronic Fatigue Syndrome (CFS). A crucial element in the multi-system disease BOS is inflammation as a consequence of nitrosative and oxidative stress, as well as the acquired mitochondriopathy. Weak magnetic fields from the environment (such as from transformers of devices) and various high frequency resonances increase the yield of free radicals and of follow-up products with toxic effects. The non-ionizing radiation of mobile telephony and the wireless communication technology (mobile phone masts, mobile phones, Wi-Fi, etc.) also lead to cellular stress. There is an interaction between the trigger of the stress through certain circumstances in life, magnetic fields and radiation from mobile telephony and other wireless communication. The affected person suffers from functional impairments and diseases, and if these are hereditary, he will pass them on as pre-existing damage to the next generation, such as in the case of „Acquired Energy Dyssymbiosis Syndrome“ (AEDS).

Keywords: burn-out, electromagnetic fields, mobile telephony, stress, Chronic Fatigue Syndrome (CFS), chronic inflammation, chronic multisystem illness (CMI), Aquired Energy Dyssymbiosis Syndrome (AEDS)

Die Häufigkeit von CMI - Erkrankungen wird auf mindestens 25 % der Bevölkerung westlicher Industriestaaten geschätzt - bei steigender Tendenz. Alleine für CFS wird in den USA eine Prävalenz von 522 Fällen pro 100.000 bei Frauen und 291 pro 100.000 bei Männern angegeben (AACFS 2003). Damit übersteigt nach einer Studie der Universität Chicago die Häufigkeit von CFS bei weitem die von HIV Infektionen (125/100.000), Lungenkrebs (43/100.000) oder Brustkrebs (26/100.000) (JASON et al. 1999).

Bei der Pathogenese von CMI - Syndromen und allen CMI-assoziierten Beschwerdebildern sind Freie Radikale und Entzündungen im Zusammenhang mit dem Immunsystem beteiligt.

Oxidativer Stress im Fokus

Allgemein bekannt und wissenschaftlich anerkannt ist die zentrale Rolle von Oxidativem Stress: „Lebensprozesse in Zellen erfordern ein reduzierendes Milieu, das mit Hilfe einer Vielzahl anti-oxidativer Enzyme aufrechterhalten werden muss... Verschiebt sich im Organismus das Gleichgewicht zu Gunsten von oxidativen Prozessen, so spricht man von oxidativem Stress. Oxidativer Stress wird unter anderem mit der Alterung von Körperzellen in Verbindung gebracht. Weiterhin gilt eine starke Anreicherung von reaktiven Sauerstoffspezies (ROS) bei gleichzeitigem Abfall der Konzentration des körpereigenen Antioxidans Glutathion als bekannte Ursache für akute und chronische degenerative Erkrankungen wie Schlaganfall, Arteriosklerose, Diabetes, Alzheimer und Parkinson“ (HELMHOLTZ ZENTRUM 2008). Das Robert Koch-Institut bestätigte diese Zusammenhänge (RKI 2008).

Bei Personen mit Burn-Out-Syndrom werden Veränderungen u.a. folgender Zellfunktionen festgestellt (BAUR 2012, BIEGER 2012, MÜLLER 2012, VON BAEHR 2012):

- Oxidativer Zellstress (ROS), chronische Inflammation, Stickoxidbildung führt zur erhöhten Bildung von Peroxinitrit,
- Reduktion des Status der körpereigenen Antioxidantien, v.a. der Superoxiddismutase (SOD2),
- Absenkung der ATP-Produktion, Minderung der Energiebereitstellung durch die Mitochondrien,
- Störungen in der neuroendokrinen Stressachse, Verlangsamung der Katabolisierung der Katecholamine, Modulierende Einflüsse auf das Neuroendokrinoimmunsystem.

Als Auslöser (Trigger) werden neben psychischem Stress Umwelttoxinen genannt, u.a. EMF (elektromagnetische Felder, siehe Abb. 2). Sowohl psychischer Stress wie auch toxische Umwelttoxine führen zu Zellstress (= Oxidativer Stress), in der Wechselwirkung ein Erklärungsmodell für das Ansteigen des Burn-Out.

Parallelen zwischen biologischen Stresssymptomen und biologischen Schädigungen durch Mobilfunkstrahlung

Warum müssen wir fürchten, dass diese Phänomene der allgemeinen LeistungseinbuÙe unter anderen Ursachen kausal auch dem überall verbreiteten Mobil- und Kommunikationsfunk zuzu-

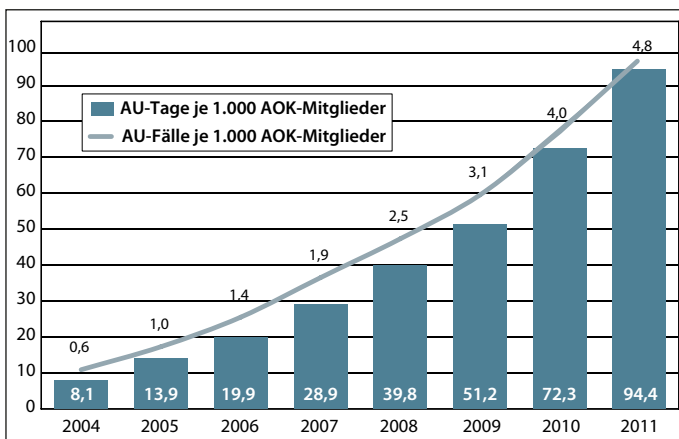


Abb. 1: Burn-out: Zahl der Diagnosen steigt rasant (WIDO 2012)

Unnatürliche Umwelt und wenig Schutz

Alle Lebewesen, insbesondere alle Organismen in der Atmosphäre, stecken in einem immer dichter werdenden Netz elektromagnetischer Schwingungen und elektrischer sowie magnetischer Felder. Satelliten zeigen, dass die höchste Intensität technisch erzeugter Strahlung über Europa liegt, etwas schwächer sind die USA und China belastet (LIGHT et al. 2001).

Die Aussagen der Verantwortlichen (Politiker, Betreiber, „Experten“) sind seit vielen Jahren immer gleich: „Es gibt nach derzeitiger wissenschaftlicher Erkenntnis keine Gefährdung der Menschen unterhalb der Grenzwert-Empfehlungen“. Sie stützen sich dabei in Deutschland auf die 26. Bundesimmissionsschutzverordnung. Der Bevölkerung wird von den Behörden stereotyp versichert, nach heutigem Wissen sei Mobilfunk sicher. Diejenigen Ergebnisse, die Effekte zeigen, seien nicht reproduzierbar. Menschen, die sich als elektrosensibel bezeichnen, seien Nocebos unterlegen, hätten

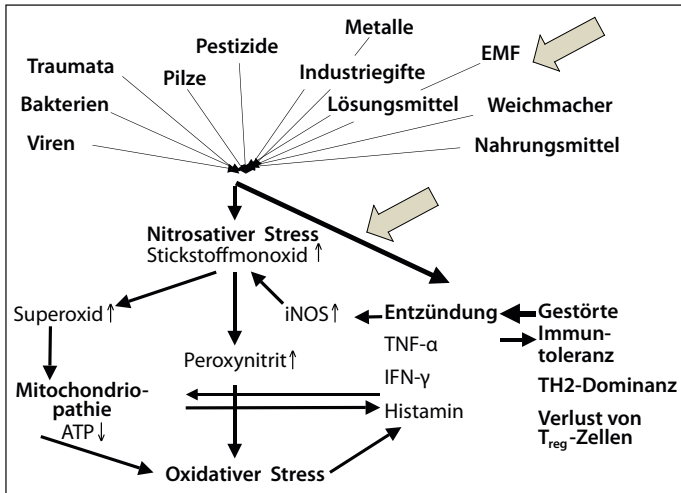


Abb. 2: Pathogenese von Inflammation, Mitochondriopathie und nitrosativem Stress als Folge der Einwirkungen von Triggerfaktoren (VON BAEHR 2012)

ordnen ist? „Digitalisierung unserer Welt“, das bedeutet für unsere Zellen seit ca. 1998 eine ständig ansteigende Belastung durch nicht-ionisierende Strahlung, an die sie nicht adaptiert sind. Es besteht eine Wechselwirkung zwischen der Stressauslösung durch Lebensumstände und durch Mobilfunkstrahlung. Die Forschungsergebnisse zu den Wirkungen der nicht-ionisierenden Strahlung auf die Zellen zeigen gleiche Wirkungsmechanismen wie die umweltmedizinische Burn-Out-Forschung (siehe Abb. 3).

Die hochfrequenten elektromagnetischen Felder (HF-EMF) greifen störend in Zellprozesse ein:

- EMF erzeugen eine Überproduktion von zellschädigenden Freien Radikalen und stark reagierenden Sauerstoff-, sowie Stickstoffverbindungen, die wiederum die DNA schädigen können (s.u.).
- Die körpereigenen Abwehrstoffe – die endogenen Radikalfänger (Antioxidantien) – werden durch EMF geschwächt (s.u.).
- Die Reparatur von DNA-Schädigungen wird gehemmt (BELYAEV et al. 2005).
- EMF greifen störend in eine Zentrale unseres Stoffwechsels, die Mitochondrien und damit unserer Energieproduktion ein: sie schwächen die ATP-Produktion (SANDERS et al. 1980, 1984, 1985).
- Die Hemmung der ATP-Produktion schwächt das Gesamtsystem.

Die Mobilfunk-Befeldung löst eine krankmachende Spirale aus. EMF beschleunigen toxische Kaskaden.

„Das Krankheitsbild des „AEDS“ („Aquired Energy Dyssymbiosis Syndrom“) ... bezeichnet einen Mangel an Zellenergie – bei gleichzeitiger Entgleisung des Zellmilieus. Das führt zur „Mitochondriopathie“: Die Energiebildung ist blockiert; die Kraftwerke der Zellenergie verwandeln sich in ergiebige Quellen Freier Radikale“ (WARNKE 2007).

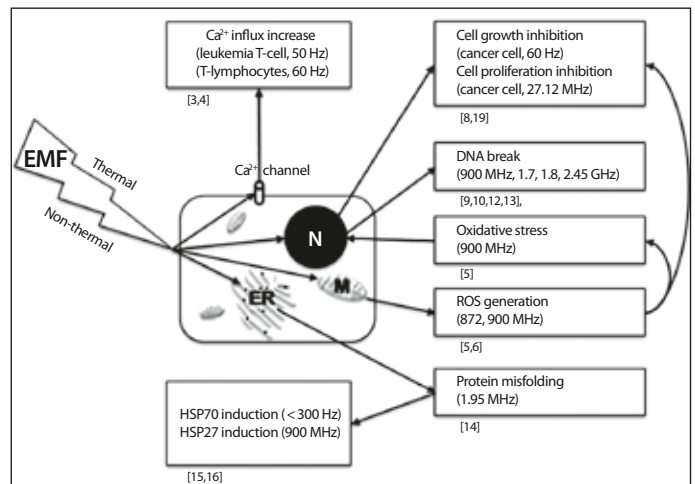


Abb. 3 Zusammenfassung der Effekte elektromagnetischer Felder auf der Zellebene (GYE & PARK 2012)

EMF: elektromagnetisches Feld; N: Nukleus; ER: Endoplasmatisches Retikulum; M: Mitochondrien

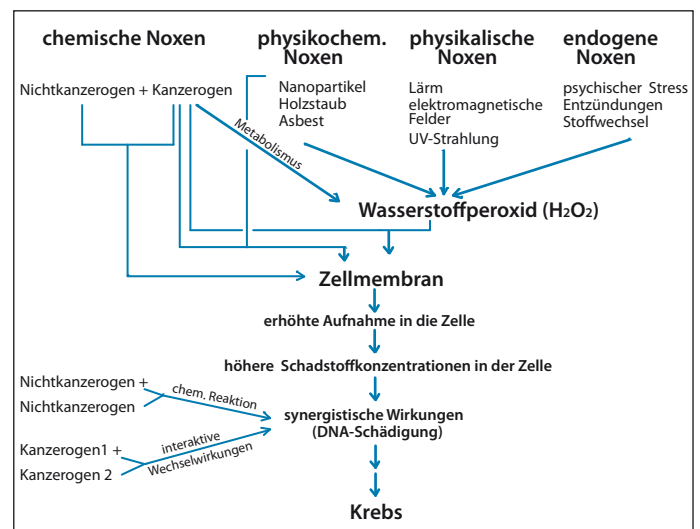


Abb. 4 Darstellung möglicher Kombinationswirkungen, die zu additiven und synergistischen DNA-Schädigungen führen, darunter auch elektromagnetische Felder (WITTE 2012)

eine psychische Störung. Und immer wieder kommt das vordergründige Argument: es gäbe keinen Wirkungsmechanismus einer Schädigung. Denn die Quantenenergie der Strahlung sei viel zu gering, liege mehrere Größenordnungen unter dem thermischen Rauschen; deshalb könne es keine Störungen oder Schädigungen im Organismus geben.

Tatsächlich würde man normalerweise erwarten, dass die biologische Antwort auf schwache und sehr schwache Magnetfelder und Hochfrequenzschwingungen des Mobil- und Kommunikationsfunks durch das – quantenenergetisch stärkere – thermische Rauschen innerhalb des Organismus maskiert wird. Denn bei Temperaturen von 20-40°C, wie sie im Organismus vorkommen, sind Moleküle und ihre Bausteine ständig in ungeordneter Bewegung. Ein energetisch geringerer Impuls kann diese Bewegungen nicht entscheidend verändern. Schädigende Effekte könne es demnach nicht geben, solange die angeblich schädigenden Felder in diesem Rauschen verschwinden und eine Temperaturerhöhung verhindert wird. Genau das garantieren die geltenden ‚Grenzwerte‘, und alle weltweit im Umfeld von Politik und Industrie arbeitenden ‚Experten‘ übernehmen einer vom anderen diese Argumentation.

Doch fatalerweise ist gerade dieser zentrale Punkt der Beschwichtigungsargumentation falsch. Es gibt nicht nur einen ‚denkbaren‘, sondern sogar einen vollkommen plausiblen Wirkungsmechanismus, der Erbgutschäden und alle anderen beschriebenen Symptome auch bei so energiearmen athermischen Feldern erklären kann, also völlig unabhängig von einer erhöhten Temperatur. **Es ist die Generierung Freier Radikale durch die nicht-ionisierende Strahlung des Mobilfunks, die Zerstörungen in Körperzellen und Genen provozieren.**

Wie also ist die Argumentation zur Krankheitsgenerierung durch Mobil- und Kommunikationsfunk?

Fakt 1: Noch nie zuvor gab es in der Erdatmosphäre so dichte elektrische und magnetische Felder und eine elektromagnetische Dauer-Strahlung technischen Ursprungs und sie nimmt kontinuierlich weiter zu.

Fakt 2: Entzündungen, ausgelöst durch Oxidativen Stress und ihre Folgen als Herz-Kreislauf-Erkrankungen (wie Infarkte, Arteriosklerose u.a.), sind in Industrienationen Todesursache Nr. 1, dicht gefolgt von Tumorerkrankungen (siehe Abb. 4). Auch Alzheimer, Parkinson, Diabetes, Amyotropische Lateralsklerose u.a. zeigen Wachstumstendenz.

Frage: Gibt es einen kausalen Zusammenhang über die bisher bekannten Risikofaktoren hinaus?

Zahlreiche konsistente wissenschaftlich erbrachte Hinweise belegen, dass die Strahlung des Mobil- und Kommunikationsfunks und Magnetfelder vermehrt ROS/RNS im Organismus generieren können, dies sowohl im magnetischen Niederfrequenz- als auch im elektromagnetischen Hochfrequenzfeld. Die Energie dieser wirksamen Felder liegt mehrere Größenordnungen unterhalb der mittleren Energie des thermischen Rauschens (FRIEDMAN et al. 2007).

Mobilfunk-induzierte Steigerung von Freien Radikalen: NO und reaktiven nitrogenen Spezies (RNS)

Das 900 MHz Mobilfunkfeld induzierte erhöhte Stickstoffmonoxid (NO)-Level im Gehirn von Ratten. Auch Malondialdehyd (MDA), Xanthin Oxidase (XO) Aktivität und Adenosin Desaminase (ADA)-Aktivität waren erhöht. Gleichzeitig sanken im Gehirn Superoxid-Dismutase (SOD)-, Gluthation-Peroxidase (GSH-Px)-Aktivitäten. Diese ungünstigen Veränderungen konnten durch geeignete Dosen von Ginkgo biloba-Extrakt als Antioxidanz verhindert werden (ILHAN et al. 2004; ähnliche Ergebnisse siehe OZGÜNER et al. 2005, 2006, PAREDI et al. 2001, YARIKTAS et al. 2005).

Mobilfunk-induzierte Steigerung der reaktiven Sauerstoffspezies (ROS)

Eine Vielzahl von Einzel-Studien weisen die Generierung von Oxidativem Stress durch nicht-ionisierende Strahlung nach. Die Studie von MOUSTAFA et al. 2001 ergab, dass ein 900 MHz Mobilfunkfeld oxidativen Stress erzeugt, indem es die Lipid-Peroxidation erhöhte und Antioxidase-Aktivitäten belastete. Das passierte bereits bei den untersuchten erwachsenen Männern, während das Mobiltelefon in der Jackentasche im Standby-Modus steckte. Die Blutplasma-Level von Lipid-Peroxid stiegen signifikant nach 1, 2, 4 Stunden Standby-Betriebs. Die Aktivitäten der Radikal-Scavenger SOD und GSH-Px in den menschlichen Erythrozyten waren reduziert. In der Zusammenfassung heißt es:

„Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass akute Exposition bei hochfrequenten Feldern von Handys den oxidativen Stress durch freie Radikale durch Erhöhung der Lipidperoxidation modulieren und die Aktivierung von Superoxiddismutase und Gesamt-Gluthationperoxidase vermindern könnte. Die Ergebnisse untermauern deswegen die Wechselwirkung von hochfrequenten Feldern von Handys mit biologischen Systemen“ (MOUSTAFA et al. 2001, Summary EMF-Portal).

Ein 900 MHz Mobilfunkfeld wurde für 1, 3, 5 und 7 Minuten auf eine Blutplättchen-Suspension gestrahlt. Nach 1, 5, 7 Minuten stieg Malonaldehyd (MAD) an, gleichzeitig sank jeweils die SOD-Aktivität. Bei 3 Minuten ergab sich vorübergehend das umgekehrte Bild (STOPCZYK et al. 2002). Das 930 MHz Mobilfunkfeld steigerte den reaktiven Sauerstoffspezies (ROS)-Level in Ratten-Lymphozyten erst dann, wenn die Zellen mit Eisen-Ionen behandelt wurden (ZMYSLONY et al. 2004).

Eine Studie des Department of Environmental and Radiological Health Sciences, USA, fand, dass der Melatoninspiegel – ein wirksames Antioxidans – sich bei Handytelefonierern bei Gesprächslängen über 25 Minuten deutlich absenkte (BURCH et al. 2002). Das Mobilfunkfeld steigerte im Rattengehirn die Malondialdehyd (MAD)-Konzentration, nicht aber die Phospholipide und p53-Immunreaktion (DASDAG et al. 2004, 2009).

1800 MHz-Strahlung erzeugt Schäden in der mtDNA. Diese Forschungsarbeit wurde vom chinesischen Staat finanziert. In dieser Arbeit wurden DNA-Schäden in Mitochondrien der Nervenzellen der Hirnrinde von Ratten nachgewiesen, die durch

mit 217 Hz gepulster Mobilfunkstrahlung hervorgerufen worden waren. Die 1800-MHz-Strahlung verursachte die Schädigungen durch Bildung von reaktiven oxidativen Substanzen (ROS), die verantwortlich sind für verschiedene Krankheiten im Nervensystem (XU et al. 2010).

Weitere Forschungsergebnisse bestätigen, dass HF-EMF Oxidativen Stress erzeugt, auch bei Leistungsflussdichten weit unterhalb der Grenzwerte (ATASOY et al. 2012, AYATA et al. 2004, AYDIN & AKAR 2011, CAMPISI et al. 2010, CEYHAN et al. 2012, ELHAG et al. 2007, ESKEMAYA et al. 2011, GULER et al. 2010, GUMRAL et al. 2009, GUNEY et al. 2007, KESARI et al. 2010, 2011, 2012, KIHRAZOVA et al. 2012, KOYU et al. 2005, LU et al. 2012, OKTEM et al. 2005, OZGUR et al. 2010, SOKOLOVIC et al. 2008, YAO et al. 2008, YUREKLI et al. 2006). Siehe auch die zusammenfassende Arbeit von Desai et al., die auch einen detaillierten Wirkmechanismus skizzieren (DESAI et al. 2009).

Wirkungen auf das endokrine System

Zunehmend liegen Ergebnisse über Auswirkungen der Mobilfunkstrahlung auf die Stresshormonachse vor. Mehrere Studien weisen Wirkungen auf das endokrine System nach (AUGNER et al. 2010, BUCHNER & EGER 2011, DJERIDANE et al. 2008, ESMEKAYA et al. 2010, MEO et al. 2010, MISA AGUSTINO et al. 2012, SAROOKHANI et al. 2011, SEYEDNOUR & CHEKANIAZAR 2011, VANGELOVA & ISRAEL 2005). Eine systematische Auswertung dazu steht aus.

Elektronenübertragende Enzyme sind magnetosensibel

Die Stimulierung von Freien Radikalen – einschließlich NO – durch physikalische Felder und Strahlung ist also wissenschaftlich verlässlich gesichert. Doch kritisch betrachtet beweist das noch keine Schädigungen, solange der primäre Wirkungsmechanismus unbekannt ist. Ein Verbindungsglied, das die schädigende Wirkung erklärt, zeigten Friedman et al.. Das Enzym NADH-Oxidase zeigt eine hohe – und durchaus reproduzierbare – Sensibilität für magnetische und elektromagnetische Felder von Mobiltelefonen. Friedman et al. fanden heraus, dass eine Exposition von Rattenzellen mit HF-EMF zu einer sofortigen Aktivierung des Enzyms NADH-Oxidase führt, was eine gesteigerte Produktion von Freien Radikalen bewirkt und die Studie weist einen Wirkmechanismus nach: *„Die Studie skizziert einen detaillierten molekularen Mechanismus, wie elektromagnetische Felder mit Mobilfunk-Frequenz eine kurzfristige MAPK-Aktivierung einleiten und dadurch Transkription und andere zelluläre Prozesse induzieren...Dabei wird die erste Stufe in der Zellmembran durch die NADH-Oxidase vermittelt, die schnell reaktive Sauerstoffspezies generiert“* (FRIEDMAN et al. 2007, nach EMF-Portal).

Noch in anderer Hinsicht ist die NADH Oxidase bedeutsam. Sie wird auch im Zellkern gefunden und kann dort – in Abhängigkeit vom Redox-System – die Genexpression steuern, aber auch Gene schädigen (USHIO-FUKAI 2006).

Die schwere pathologische Entgleisung kommt dadurch zustande, dass die durch Magnetfeld und Strahlungseinfluss

zusätzlich entstandenen reaktiven Sauerstoff-Spezies (ROS), wie Superoxid-Radikal und Wasserstoff-Peroxid, sich mit dem verstärkt produzierten NO zu dem äußerst giftigen Peroxinitrit verbinden, dieses wiederum mit Wasserstoffen zu weiterem Wasserstoff-Peroxid reagiert (s. Abb.1).

Die Übereinstimmung der Kaskade, durch Magnetfeld und Strahlungseinfluss ausgelöst, mit den Ergebnissen der Burn-Out Forschung ist offensichtlich. Müller schreibt in „Erschöpfung aus Sicht der klinischen Umweltmedizin“:

„Die Situation wird dann besonders kritisch, wenn es durch den Einfluss von Umweltnoxen und/oder verstärkte Entstehung von Peroxinitrit zu einer Beeinträchtigung der Funktion der Mitochondrien kommt. Diese sind für die Bildung des Energieträgers Adenintriphosphat (ATP) verantwortlich. Es spricht vieles dafür, dass die passagere funktionelle Beeinträchtigung der Mitochondrien dem als Burn-out bezeichnenden Krankheitsbild entspricht, während die dauerhafte Schädigung der Mitochondrien-DNA durch Noxen das Chronische Erschöpfungssyndrom (CFS) bedingt“ (MÜLLER 2012).

Bereits 1985 ergab die Studie von Sanders und Kollegen ein Absinken der Produktion von ATP durch schwache Mikrowellenbefeldung (athermischer Effekt): *„Da die Gehirn-Temperatur nicht anstieg, kamen die durch Mikrowellen hervorgerufenen Erhöhungen von NADH und Verminderungen der ATP und Kreatinphosphat-Konzentrationen nicht aufgrund von Hyperthermie zustande. Dies deutet auf einen direkten Wechselwirkungs-Mechanismus hin. Dies stimmt mit der Hypothese überein, dass Mikrowellen die Funktion der mitochondrialen Elektronentransportkette zur ATP-Produktion hemmen“* (SANDERS et al. 1985, nach Summary EMF-Portal).

Beide Ansätze (Mobilfunkforschung, Burn-Out-Forschung) weisen darauf hin, dass die mitochondriale Dysfunktion durch die Schädigung mitochondrialer Funktionskomplexe durch ROS/RNS entsteht: *„Mitochondriopathien führen zur progressiven Inaktivierung der Atmungskette und der anderen mitochondrialen Funktionen und in der Folge zu schwerwiegenden Neuropathien, Enzephalopathien, Kardio-/ Myopathien und Endokrinopathien“* (BIEGER 2012).

Verlängerung der Existenzzeit von Freien Radikalen

Diese pathologische Kaskade wird durch EMF verstärkt, denn selbst sehr kleine Magnetfeldstärken beeinflussen chemische Reaktionen und verlängern die Lebenszeit der Freien Radikale (BROCKLEHURST & MCLAUCHLAN 1996, NEITZKE 2012, WARNKE 2009). Das Modell von Scaiano et al. lässt erkennen, dass im Magnetfeld die Radikal-Konzentration steigt. Die Halbwertszeit der Radikale ist verlängert (SCAIANO et al. 1994). Die Möglichkeiten der Radikal-Reaktionen sind damit vergrößert. Die Lebensdauer Freier Radikaler wird im Magnetfeld so verlängert, dass der Elektronentransfer innerhalb der DNA beeinflusst werden kann, damit ändert sich auch die Proteininduktion (MOHTAT et al.1998). Magnetfelder verlängern die Lebenszeit von Freien Radikalen, indem sie bei Triplet-Radikalen das Intersystem-Crossing verhindern (CHIGNELL & SIK 1995, WARNKE 2009).

Zur Frage von Gesundheitsstörungen und Schädigungen

Der nachgewiesene Wirkmechanismus von Friedman et al. (2007) ist auch deshalb so wichtig, weil er zeigt, dass die subjektiven Leiden vieler Menschen eine gut erklärbare biologische Grundlage haben. Wer sich die nachfolgend beschriebenen Kaskaden der Wirkung vergegenwärtigt, versteht besser, warum ‚Elektrosmog‘ schadet.

— Funktionsstörungen und Krankheitsbilder

Elektromagnetisch induzierte übermäßige ROS/RNS-Stimulation lässt sich in drei Wirkungsbereiche differenzieren, die nacheinander durchlaufen werden:

1. Stimulierung von Freien Radikalen,
2. Stimulierung von hochtoxischem Peroxynitrit,
3. Stimulierung von hochtoxischem Peroxid-Radikal.

Die Folgen dieser Prozesse sind gravierend: Zellbestandteile werden zerstört; die mit der Nahrung aufgenommenen Antioxidanzien und die vom Organismus selbst hergestellten elektronenreichen Stoffe werden verbraucht; das schädliche Cholesterin steigt an. Der Mensch fühlt sich müde, verspannt, kämpft mit diversen Entzündungen und einer damit verbundenen Palette an Erkrankungen, die Parallelen zum Burn-Out-Syndrom aufweisen.

Das ‚Aquired Energy Dyssymbiosis Syndrom‘ (AEDS)

Das durch Strahlenbelastung ausgelöste Krankheitsbild des ‚Aquired Energy Dyssymbiosis Syndroms‘ (‚Erworbenes Energie-Dyssymbiose-Syndrom‘) bezeichnet einen Mangel an Zellenergie – bei gleichzeitiger Entgleisung des Zellmilieus. Das führt zur ‚Mitochondropathie‘: Die Energiebildung (ATP) ist blockiert; die Kraftwerke der Zellenergie verwandeln sich in ergiebige Quellen für Freie Radikale. Die Veränderungen haben schwerwiegende Folgen:

1. Entzündungsprozesse breiten sich aus und setzen weitere Stoffe frei, die bei Überdosierung schädlich wirken (Tumornekrosefaktor TNF α und immer wieder Stickstoffmonoxid). Dabei sollte man auch im Blick haben, dass Entzündungen in unserer Industriegesellschaft laufend zunehmen, und dass Arteriosklerose wie Herzinfarkt – die Todesursache Nummer 1 – letztlich auf Entzündungen basieren. Diese Sicht hat sich heute in der wissenschaftlich tätigen Ärzteschaft bereits durchgesetzt.
2. Aerobe Glykolyse (Glykolyse trotz vorhandenem Sauerstoff) wird als ‚Notstromaggregat‘ aktiviert – was wiederum verbunden ist mit:
 - Stimulation von Proto-Onkogenen (Vorstufen von Krebsgenen)
 - erhöhter Freisetzung von Superoxid-Radikalen
 - Laktatazidose (Übersäuerung).

3. Schließlich mutiert das Genom der Mitochondrien. Gerade diese pathologische Veränderung kann aber mütterlicherseits

auch vererbt werden. Sie belastet die Nachkommen und geht in den Erbgang der Generationen ein.

Das ist der Zustand bei immer mehr Personen innerhalb unserer belasteten Umgebung. Er kann sich als Burn-Out-Syndrom oder als Elektrohypersensibilität äußern. Diese pathologische Kaskade macht deutlich, dass die nichtionisierende Strahlung des Mobilfunks nicht direkt Zellschäden wie die ionisierende Strahlung verursacht, sondern auf indirektem Weg über die Generierung Freier Radikale an der Auslösung vieler Krankheiten, die auf Oxidativem Stress beruhen, beteiligt ist, und damit das Burn-Out-Syndrom verursachen oder verstärken kann.

H.-P. Neitzke (ECOLOG-Institut) schreibt: *„Mit der gegenwärtigen und der in absehbarer Zeit zur Verfügung stehenden Technik werden die AACC-Visionen einer allgegenwärtigen, jederzeit verfügbaren Informations – und Kommunikationstechnik nicht gesundheitsverträglich zu realisieren sein“* (NEITZKE 2010, EMF-Monitor 6/2010).

(Anmerkung: Eine ausführliche Fassung dieses Artikels erscheint als Forschungsbericht, herausgegeben von der Kompetenzinitiative e.V. und Diagnose-Funk e.V. zum Download auf www.kompetenzinitiative.net und www.mobilfunkstudien.de)

Kontakt:

Dr. rer. nat. Ulrich Warnke
Institut Technische Biologie & Bionik
c/o Internationales Bionikzentrum
Science Park 2 an Universität des Saarlandes
66123 Saarbrücken

Peter Hensinger
Diagnose-Funk e.V.
Umwelt- und Verbraucherorganisation
zum Schutz vor elektromagnetischer Strahlung
Bismarckstr. 63
70197 Stuttgart
Tel: 0049 (0) 711 638 108
peter.hensinger@diagnose-funk.de
www.diagnose-funk.de
www.mobilfunkstudien.de

Nachweise

- AACFS - AMERICAN ASSOCIATION OF CHRONIC FATIGUE SYNDROME (2003): Sixth International Conference on Chronic Fatigue Syndrome, Fibromyalgia and Related Illnesses, January 30 - February 2, Chantilly, Virginia.
- ATASOY HI, GUNAL MY, ATASOY P et al. (2012): Immunohistopathologic demonstration of deleterious effects on growing rat testes of radiofrequency waves emitted from conventional Wi-Fi devices. *J Pediatr Urol* 2/12.
- AUGNER C, HACKER GW, OBERFELD G et al. (2010): Effects of Exposure to GSM Mobile Phone Base Station Signals on Salivary Cortisol, Alpha-Amylase, and Immunoglobulin. *Biomed Environ Sci* 23(3): 199 – 207.
- AYATA A, MOLLAOGLU H, YILMAZ HR et al. (2004): Oxidative stress-mediated skin damage in an experimental mobile phone model can be prevented by melatonin. *J Dermatol* 31 (11): 878-883.
- AYDIN B, AKAR A. (2011): Effects of a 900-MHz Electromagnetic Field on Oxidative Stress Parameters in Rat Lymphoid Organs, Polymorphonuclear Leukocytes and Plasma. *Arch Med Res* 42 (4): 261-267.
- BAUR W. (2012): Psychotherapie bei CFS: Segen oder Sackgasse, *umwelt-medizin-gesellschaft* 25 (4): 248-252.
- BENKERT O. (2009): Stress und Depression, zusammengefasst in: *Psychologie heute*, compact: 95 ff. [www.ottobenkert.de/Psychologie_Heute_StressundDepression.pdf], letzter Zugriff: 16.1.2013].

- BELYAEV IY, HILLERT L, PROTOPOPOVA M et al. (2005): 915 MHz microwaves and 50 Hz magnetic field affect chromatin conformation and 53BP1 foci in human lymphocytes from hypersensitive and healthy persons. *Bioelectromagnetics* 26 (3): 173-184.
- BIEGER WP. (2012): Mitochondriale Dysfunktion – Eine aktuelle Übersicht, *umwelt-medizin-gesellschaft* 25 (4): 238-243.
- BROCKLEHURST B, MCLAUCHLANKA. (1996): Free radical mechanism for the effects of environmental electromagnetic fields on biological systems. *Int J Radiat Biol*. Jan; 69 (1): 3-24.
- BUCHNER K, EGER H. (2011): Veränderung klinisch bedeutsamer Neurotransmitter unter dem Einfluss modulierter hochfrequenter Felder - Eine Langzeiterhebung unter lebensnahen Bedingungen. *umwelt-medizin-gesellschaft* 24 (1): 44-57.
- BURCH JB, REIF JS, NOONAN CW et al. (2002): Melatonin metabolic excretion among cellular telephone users. *Int. J. Radiat. Biol.* 78 (11), 1029-1036.
- CAMPISI A, GULINO M, ACQUAVIVA R et al. (2010): Reactive oxygen species levels and DNA fragmentation on astrocytes in primary culture after acute exposure to low intensity microwave electromagnetic field. *Neurosci Lett* 473 (1): 52-55.
- CEYHAN AM, AKKAYA VB, GULECOL SC et al. (2012): Protective effects of beta-glucan against oxidative injury induced by 2.45-GHz electromagnetic radiation in the skin tissue of rats. *Arch Dermatol Res* 304 (7): 521-527.
- CHIGNELL CF, SIK RH. (1995): Magnetic field effects on the photohemolysis of human erythrocytes by ketoprofen and protoporphyrin IX. *Photochem. Photobiol.* 62(1): 205-207.
- DASDAG S, AKDAG MZ, AKSEN F. (2004): Does 900 MHz GSM Mobile Phone Exposure Affect Rat Brain? *Electromagn Biol Med* 23 (3): 201-214.
- DASDAG S, AKDAG MZ, ULUKAYA E et al. (2009): Effect of mobile phone exposure on apoptotic glial cells and status of oxidative stress in rat brain. *Electromagn Biol Med* 28 (4): 342-354.
- DESAI NR, KESARI KK, AGARWAL A. (2010): Pathophysiologie der Mobilfunkstrahlung: Oxidativer Stress und Karzinogenese mit dem Studienschwerpunkt auf dem männlichen Fortpflanzungssystem, *umwelt-medizin-gesellschaft* 23 (3): 224-233.
- DJERIDANE Y, TOUITOU Y, DE SEZE R. (2008): Influence of electromagnetic fields emitted by GSM-900 cellular telephones on the circadian patterns of gonadal, adrenal and pituitary hormones in men. *Radiat Res* 169 (3): 337-343.
- EHRENBURG A. (2009): Das erschöpfte Selbst. Depression und Gesellschaft in der Gegenwart. Suhrkamp. Frankfurt.
- ELHAG MA, NABIL GM, ATTIA AM (2007): Effects of electromagnetic field produced by mobile phones on the oxidant and antioxidant status of rats. *Pak J Biol Sci* 10 (23): 4271-4274.
- ESMEKAYA MA, SEYHAN N, OMEROGU S. (2010): Pulse modulated 900 MHz radiation induces hypothyroidism and apoptosis in thyroid cells: A light, electron microscopy and immunohistochemical study. *Int J Radiat Biol* 86 (12): 1106-1116.
- ESMEKAYA MA, OZER C, SEYHAN N. (2011): 900 MHz pulse-modulated radiofrequency radiation induces oxidative stress on heart, lung, testis and liver tissues. *Gen Physiol Biophys* 30 (1): 84-89.
- FRIEDMAN J, KRAUS S, HAUPTMAN Y et al. (2007): Mechanism of short-term ERK activation by electromagnetic fields at mobile phone frequencies. *Biochem J* 405 (3): 559-568.
- GEUENICH K, HAGEMANN W. (2012): Kein Feuer ohne Rauch – Burnout erkennen, ansprechen und Hilfestellung geben, *umwelt-medizin-gesellschaft* 25 (4): 227-231.
- GÜLER G, TOMRUK A, OZGUR E, SEYHAN N. (2010): The effect of radiofrequency radiation on DNA and lipid damage in non-pregnant and pregnant rabbits and their newborns. *Gen Physiol Biophys* 29 (1): 59-66.
- GUMRAL N, NAZIROGLU M, KOYU A et al. (2009): Effects of Selenium and L-Carnitine on Oxidative Stress in Blood of Rat Induced by 2.45-GHz Radiation from Wireless Devices. *Biol Trace Elem Res* 132 (1-3): 153-163.
- GUNEYM (2007): 900 MHz radiofrequency-induced histopathologic changes and oxidative stress in rat endometrium: protection by vitamins E and C. *Toxicol Ind Health* 23 (7): 411-420.
- GYE MC, PARK CJ. (2012): Effect of electromagnetic field exposure on the reproductive system, *Clin Exp Reprod Med* 39 (1): 1-9, [http://synapse.koreamed.org/DOLx.php?id=10.5653/cerm.2012.39.1.1, letzter Zugriff: 16.1.2013].
- HELMHOLTZ-ZENTRUM (2008): Oxidativer Stress Mechanismus des Zelltods aufgeklärt. Pressemitteilung vom 3.9.2008; [http://www.helmholtz-muenchen.de/news/pressemitteilungen-archiv/2008/pressemitteilung/article/18173/index.html, letzter Zugriff: 16.1.2013].
- ILHAN A, GUREL A, ARMUTCU F et al. (2004): Ginkgo biloba prevents mobile phone-induced oxidative stress in rat brain. *Clin Chim Acta* 340 (1-2): 153-162.
- JASON LA, RICHMAN JA, RADEMAKER AW et al. (1999): A community-based study of chronic fatigue syndrome, *Arch Intern Med.* 159 (18): 2129-237. doi:10.1001/archinte.159.18.2129. PMID 10527290, [http://europepmc.org/abstract/MED/10527290/reload=0;jsessionid=iCaBaHVNMP8nM0hUlaaZ.18, letzter Zugriff: 16.1.2013].
- KESARI KK, BEHARI J, KUMAR S. (2010): Mutagenic response of 2.45 GHz radiation exposure on rat brain. *Int J Radiat Biol* 86 (4): 334-343.
- KESARI KK, KUMAR S, BEHARI J. (2011): 900-MHz microwave radiation promotes oxidation in rat brain. *Electromagn Biol Med* 30 (4): 219 – 234.
- KESARI KK, BEHARI J. (2012): Evidence for mobile phone radiation exposure effects on reproductive pattern of male rats: Role of ROS. *Electromagn Biol Med* 31 (3): 213-222.
- KHIRAZOVA EE, BAIZHUMANOV AA, TROFIMOVA LK et al. (2012): Effects of GSM-Frequency Electromagnetic Radiation on Some Physiological and Biochemical Parameters in Rats. *Bull Exp Biol Med* 153 (6): 816-819.
- KOYU A, NAZIROGLU M, ÖZGÜNER F. (2005): Caffeic Acid Phenethyl Ester Modulates 1800 MHz Microwave-Induced Oxidative Stress in Rat Liver. *Electromagn Biol Med* 24 (2): 135-142.
- LIGHT TE, SUSZCZYNSKY DM, JACOBSON AR. (2001): Coincident radio frequency and optical emissions from lightning, observed with the FORTE satellite. *J Geophysical Res* 106(D22): 28,223–28,231.
- LU YS, HUANG BT, HUANG YX. (2012): Reactive Oxygen Species Formation and Apoptosis in Human Peripheral Blood Mononuclear Cell Induced by 900 MHz Mobile Phone Radiation. *Oxid Med Cell Longev* 740280.
- MEO SA, AL-DREES AM, HUSAIN S et al. (2010): Effects of mobile phone radiation on serum testosterone in Wistar albino rats. *Saudi Med J* 31 (8): 869-873.
- MISA AGUSTINO MJ, LEIRO JM, JORGE MORA MT et al. (2012): Electromagnetic fields at 2.45 GHz trigger changes in heat shock proteins 90 and 70 without altering apoptotic activity in rat thyroid gland. *Biol Open* 1 (9): 831-838.
- MOHTAT N; COZENS FL; HANCOCK-CHEN T et al. (1998): Magnetic field effects on the behavior of radicals in protein and DNA environments. *Photochem Photobiol Jan; Vol.* 67 (1), 111-118.
- MOUSTAFA YM, MOUSTAFA RM, BELACY A et al. (2001): Effects of acute exposure to the radiofrequency fields of cellular phones on plasma lipid peroxide and antioxidant activities in human erythrocytes. *J Pharm Biomed Anal* 26 (4): 605-608.
- MÜLLER KE. (2012): Erschöpfung aus Sicht der klinischen Umweltmedizin, *umwelt-medizin-gesellschaft* 25 (4): 232-237.
- NEITZKE H-P, VOIGT H, OSTERHOFF J. (2010): Elektromagnetische Expositionen in AACC-Umgebungen II. *EMF-Monitor* 6/10: 1-7.
- NEITZKE H-P. (2012): Einfluss schwacher Magnetfelder auf biologische Systeme: Biophysikalische und biochemische Wirkungsmechanismen. *EMF-Monitor* 4/12: 1-5.
- OKTEM F, ÖZGÜNER F, MOLLAOGLU H et al. (2005): Oxidative damage in the kidney induced by 900-MHz-emitted mobile phone: protection by melatonin. *Arch Med Res* 36 (4): 350-355.
- OZGÜNER F, ALTINBAS A, OZAYDIN M et al. (2005): Mobile phone-induced myocardial oxidative stress: protection by a novel antioxidant agent caffeic acid phenethyl ester. *Toxicol Ind Health* 21 (9): 223-230.
- OZGÜNER F, BARDAK Y, COMLEKCI S. (2006): Protective effects of melatonin and caffeic acid phenethyl ester against retinal oxidative stress in long-term use of mobile phone: A comparative study. *Mol Cell Biochem* 282(1-2): 83-88.
- OZGUR E, GÜLER G, SEYHAN N. (2010): Mobile phone radiation-induced free radical damage in the liver is inhibited by the antioxidants n-acetyl cysteine and epigallocatechin-gallate. *Int J Radiat Biol* 86 (11): 935-945.
- PAREDI P, KHARITONOV SA, HANAZAWA T et al. (2001): Local vasodilator response to mobile phones. *Lokale Vasodilator-Antwort auf Handys. Laryngoscope* 111 (1): 159-162.
- ROBERT KOCH-INSTITUT (2008): Oxidativer Stress und Möglichkeiten seiner Messung aus umweltmedizinischer Sicht. Mitteilung der Kommission „Methoden und Qualitätssicherung in der Umweltmedizin“. Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 51: 1464–1482.
- SANDERS AP, SCHAEFER DJ, JOINES WT. (1980): Microwave effects on energy metabolism of rat brain. *Bioelectromagnetics* 1 (2): 171-181.

SANDERS AP, JOINES WT, ALLIS JW. (1984): The differential effects of 200, 591, and 2,450 MHz radiation on rat brain energy metabolism. *Bioelectromagnetics* 5 (4): 419-433.

SANDERS AP, JOINES WT, ALLIS JW. (1985): Effects of continuous-wave, pulsed, and sinusoidal amplitude-modulated microwaves on brain energy metabolism.

SAROOKHANI MR, ASIABANHA REZAEI M, SAFARI A et al. (2011): The influence of 950 MHz magnetic field (mobile phone radiation) on sex organ and adrenal functions of male rabbits. *Afr J Biochem Res* 5 (2): 65-68.

SCAIANO JC, COZENS FL, MACLEAN J. (1994): Model for the rationalization of magnetic field effects in vivo. Applications of the radical-pair mechanism to biological systems. *Photochem. Photobiol. Jun.*, 59 (6): 585-589.

SEYEDNOUR R, CHEKANIAZAR V. (2011): Effects of Exposure to Cellular Phones 950 MHz Electromagnetic Fields on Progesterone, Cortisol and Glucose Level in Female Hamsters (*Mesocricetus auratus*). *Asian J Anim Vet Adv*; 6 (11): 1084-1088.

SOKOLOVIC D, DJINDJIC B, NIKOLIC J et al. (2008): Melatonin Reduces Oxidative Stress Induced by Chronic Exposure of Microwave Radiation from Mobile Phones in Rat Brain. Erschienen in: *J Radiat Res* 49 (6): 579-586.

STOPCZYK D, GNITECKI W, BUCZYNSKI A et al. (2002): Effect of electromagnetic field produced by mobile phones on the activity of superoxide dismutase (SOD-1) and the level of malonyldialdehyde (MDA)--in vitro study. *Med Pr* 53 (4): 311-314.

USHIO-FUKAI M. (2006): Localizing NADPH Oxidase derived ROS, sci. *STKE* (349): re8 [DOI: 10.1126/stke.3492006re8], [http://europepmc.org/abstract/ MED/16926363, letzter Zugriff: 16.1.2013].

VANGELOVA KK, ISRAEL MS (2005): Variations of melatonin and stress hormones under extended shifts and radiofrequency electromagnetic radiation. *Rev Environ Health* 20 (2): 151-161

VON BAEHR, V. (2012): Rationelle Labordiagnostik bei chronisch entzündlichen Systemerkrankungen. *umwelt-medizin-gesellschaft* 25 (4): 244-247.

WARNKE U. (2007): Bienen, Vögel, Menschen. Die Zerstörung der Natur durch Elektromagnetismus. Eine Schriftenreihe der Kompetenzinitiative zum Schutz von Mensch, Umwelt und Demokratie Heft 1, Kompetenzinitiative e.V., Kempten.

WARNKE U. (2009): Ein initialer Mechanismus zu Schädigungseffekten durch Magnetfelder bei gleichzeitig einwirkender Hochfrequenz des Mobil- und Kommunikationsfunks, *umwelt-medizin-gesellschaft* 22 (3): 219-232 [http://mobilfunkstudien.de/downloads/warnke_umg_2009.pdf, letzter Zugriff, 16.1.2013].

WIDO – WISSENSCHAFTLICHES INSTITUT DER AOK (2012): Fehlzeiten-Report 2012. Zu viel berufliche Flexibilität schadet der Psyche. Pressemitteilung 16.8.2012. Berlin.

WITTE I. (2012): Krebs durch Kombinationen aus Chemikalien, physikalische Noxen und körpereigenem Stress. *umwelt-medizin-gesellschaft* 25 (2): 100-105.

XU S, ZHOU Z, ZHANG L et al. (2010): Exposure to 1800 MHz radiofrequency radiation induces oxidative damage to mitochondrial DNA in primary cultured neurons. *Brain Res* 1311: 189-196.

YAO K, WU W, WANG K et al. (2008): Electromagnetic noise inhibits radiofrequency radiation-induced DNA damage and reactive oxygen species increase in human lens epithelial cells. *Mol Vis* 14 : 964-969.

YARIKTASM, DONERF, ÖZGÜNER F et al. (2005): Nitric oxide level in the nasal and sinus mucosa after exposure to electromagnetic field. *Otolaryngol Head Neck Surg* 132 (5): 713-716.

YUREKLI AI, OZKAN M, KALKAN T et al. (2006): GSM base station electromagnetic radiation and oxidative stress in rats. *Electromagn Biol Med* 25 (3): 177-188.

ZMYSLONY M, POLITANSKI, P, RAJKOWSKA E et al. (2004): Acute exposure to 930 MHz CW electromagnetic radiation in vitro affects reactive oxygen species level in rat lymphocytes treated by iron ions. *Bioelectromagnetics* 25 (5): 324-328.

Anzeige

B U C H T I P P



Ihr Einkaufsführer für nachhaltigen Konsum und gutes Leben!

Jetzt **NEU:**
Ausgabe 7 für
Niedersachsen und Bremen!
.... dort wo es Bio-Produkte gibt.

GUTSCHEIN:

... für kostenlose Exemplare, bitte gewünschte Ausgabe(n) ankreuzen, Ihre Adresse und € 1.45 Porto pro Buch an uns senden.

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Hamburg/Schleswig-Holstein | <input type="checkbox"/> Berlin/neue Bundesländer |
| <input type="checkbox"/> Nordrhein-Westfalen | <input type="checkbox"/> Niedersachsen/Bremen |

Verlag Das grüne Branchenbuch
Lasbeker Straße 9 • 22967 Tremsbüttel • Tel. 04532-21402
Fax: 04532-22077 • www.gruenes-branchenbuch.de
service@gruenes-branchenbuch.de

UMG 16.11.11

Ökologisch, fair ...

144 Seiten ISBN 978-3-932309-34-2