

ElektrosmogReport

Fachinformation zur Bedeutung elektromagnetischer
Felder für Umwelt und Gesundheit



Mobilfunkwirkung auf männliche Geschlechtsorgane DNA-Einzelstrangbrüche und oxidative Veränderungen in Rattenhoden, die hochfrequenter Strahlung von Mobil- telefonen ausgesetzt waren

Alkis ME, Akdag MZ, Dasdag S, Yegin K, Akpolat V. (2019): Single-strand DNA breaks and oxidative changes in rat testes exposed to radiofrequency radiation emitted from cellular phones. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. DOI: 10.1080/13102818.2019.1696702

Schätzungen zufolge gab es im Jahr 2014 weltweit 6,9 Milliarden Mobilfunkverträge, Tendenz steigend. Angesichts dieser großen Anzahl ist es wichtig, mögliche Auswirkungen hochfrequenter Strahlung auf die Gesundheit aller zu verstehen und zu überwachen. Mobiltelefone werden von Männern, häufig in der Hosentasche, in direkter Nähe ihrer Hoden getragen. Es existiert eine Reihe von Studien, welche negative Folgen von Mobilfunkstrahlung auf das männliche Fortpflanzungssystem bestätigen. Darunter fallen z.B. DNA-Schäden, Abnahme der Spermienkonzentration, Verminderung des Serumtestosteronspiegels, Abnahme der Spermienüberlebensfähigkeit und -bewegungsfähigkeit sowie erhöhte reaktive Sauerstoffspezies (ROS). Im Gegensatz dazu haben einige Forscher festgestellt, dass Mobilfunkstrahlung keine unerwünschten Einwirkungen auf Hoden und andere biologische Gewebe besitzt. Das Ziel der hier vorgestellten Studie war es, mögliche Einflüsse von 900, 1800 und 2100 MHz Mobilfunkstrahlung auf die DNA und den oxidativen Status im Hodengewebe von Ratten zu untersuchen.

Studiendesign und Durchführung:

Insgesamt 28 männliche Sprague-Dawley Ratten wurden in 4 Gruppen unterteilt: scheinbestrahlt, 900 MHz bestrahlt, 1800 MHz bestrahlt und 2100 MHz bestrahlt. Die Ganzkörper SAR-Werte betragen 0,638, 0,166 und 0,174 W/kg für respektive 900 MHz, 1800 MHz und 2100 MHz Strahlung. Die Tiere wurden über 2 h pro Tag über einen Gesamtzeitraum von 6

Impressum

ElektrosmogReport 3/4-2020, 26. Jahrgang
Online Veröffentlichung auf www.EMFData.org
Bestellung Printausgabe:
shop.diagnose-funk.org/Elektrosmogreport, Bestellnr. 52003

Redaktion ElektrosmogReport

Dipl. Biol. Isabel Wilke (IW), Roman Heeren (RH), B.Sc.
Kontakt: emf@katalyse.de

Herausgeber und V.i.S.d.P

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

Spendenkonto:

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

Ermöglichen Sie mit Ihrer Spende die Aufarbeitung und Analyse der Forschungslage und die weitere Herausgabe des ElektrosmogReport

INHALTSVERZEICHNIS

WISSENSCHAFT SEITE 01 > DNA-Einzelstrangbrüche und oxidative Veränderungen in Rattenhoden, die hochfrequenter Strahlung von Mobiltelefonen ausgesetzt waren

02 > Leberschäden durch Mobilfunkstrahlung eines konventionellen WLAN-Geräts bei Ratten

03 > Mobilfunkstrahlung bewirkt epigenetische Veränderungen im Hippocampus von Ratten

05 > Auswirkungen von Mobilfunkstrahlung auf die Randzellen der Stria Vascularis bei Sprague-Dawley-Ratten

05 > Wie wirkt sich Mobilfunknutzung während der Schwangerschaft auf das Wachstum des Fetus aus?

06 > Langzeiteinwirkung von Mobilfunkstrahlung beeinträchtigt das Gleichgewicht der RNA-Expression von Bax/Bcl2 im Hippocampus von Mäusen

07 > Technische Informationen des IEEE-Komitees Mensch und Strahlung zu Gesundheitsfragen bezüglich 5G

08 > Gesundheitsrisiken durch hochfrequente Strahlung, einschließlich 5G, sollten von Experten ohne Interessenkonflikte bewertet werden

11 > ElektrosmogReport 2020 Register A-Z

Monaten bestrahlt bzw. scheinbestrahlt. Als Strahlungsquelle diente ein Generator. Nach dem Bestrahlungszeitraum wurde das Hodengewebe der Versuchstiere untersucht. Dabei wurde der gesamte antioxidative Status (TAS), der gesamte oxidative Status (TOS) sowie deren Quotient, der oxidative Stressindex (OSI) analysiert. Außerdem wurden die oxidativen Stressmarker MDA (Malondialdehyd) sowie 8-OHdG (8-Hydroxydesoxyguanosin) bestimmt. Neben dem oxidativen Stress und dessen Auswirkungen wurden auch DNA-Schädigungen mittels Komet-Test (Comet-Assay) überprüft.

Ergebnisse:

Beim Komet-Test sind das Moment des Schweifs sowie dessen Intensität die entscheidenden Indikatoren, welche auf DNA-Schäden hinweisen. Sowohl Schweifmoment als auch Schweifintensität waren in Abhängigkeit der Frequenz erhöht (stärkere Auswirkungen bei höherer Frequenz). Allerdings erreichte lediglich die Schweifintensität der 1800 MHz sowie 2100 MHz-Gruppe statistische Signifikanz. Nach den DNA-Schäden wurde der oxidative Stress untersucht. Der TOS-Wert war in allen drei bestrahlten Gruppen im Vergleich zu der scheinbestrahlten Gruppe signifikant erhöht. Übereinstimmend damit war der TAS-Wert signifikant verringert und der oxidative Stressindex (OSI) signifikant erhöht. Auch die beiden biologischen Marker für oxidativen Stress MDA und 8-OHdG zeigten in den drei bestrahlten Gruppen im Vergleich zu der scheinbestrahlten Gruppe einen signifikanten Anstieg.

Schlussfolgerungen:

Die Ergebnisse der Studie weisen darauf hin, dass Mobilfunkstrahlung verschiedener Frequenzen oxidativen Stress und, im Falle der 1800 MHz und 2100 MHz Strahlung, sogar DNA-Schäden in den Hoden von Ratten hervorrufen können. Laut den Autoren könnten die reaktiven Sauerstoffspezies, welche durch Mobilfunkstrahlung hervorgerufen wurden, der Hauptgrund für die beobachteten DNA-Schäden sein. Freie Radikale könnten die DNA angreifen und so die Einzelstrangbrüche verursachen. Die Autoren geben Männern die Empfehlung, darauf zu achten, wo sie ihr Mobiltelefon tragen. Auf Grundlage der erzielten Ergebnisse spekulieren sie, dass Mobilfunkstrahlung Unfruchtbarkeit verursachen könnte, es seien jedoch aufwändigere Langzeitstudien auf molekularer Ebene erforderlich. (RH)



Mobilfunkwirkung auf die Leber

Leberschäden durch Mobilfunkstrahlung eines konventionellen WLAN-Geräts bei Ratten

Fahmy HM, Mohammed FF. (2020): Hepatic injury induced by radio frequency waves emitted from conventional Wi-Fi devices in Wistar rats. *Human & Experimental Toxicology*. DOI: 10.1177/0960327120946470

Drahtlose Netzwerke (2,45 GHz) haben den drahtgebundenen Internetzugang weitestgehend abgelöst. Sie werden unter anderem in Universitäten, Schulen sowie öffentlichen Arealen eingesetzt. Die ausgesendete Hochfrequenzstrahlung steht im Verdacht, reaktive Sauerstoffspezies (ROS) zu produzieren. ROS können zu schweren Schädigungen diverser Biomoleküle wie Proteinen, Fetten und Nukleinsäuren führen. Die hier besprochene Studie beschäftigt sich mit den möglicherweise schädlichen Auswirkungen von 2,45 GHz-Strahlung auf die Leber von Ratten. Im Fokus liegen das antioxidative System der Leber, die Histopathologie, die Ultrastruktur von Leberzellen sowie einige Funktionstests. Die Ultrastruktur von Zellen wird bei höheren Vergrößerungen als den üblichen Lichtmikroskopen erkennbar, z.B. durch Elektronenmikroskopie.

Studiendesign und Durchführung:

24 weibliche Wistar-Ratten wurden in zwei Gruppen unterteilt, bestrahlte Gruppe und Kontrollgruppe. Die Kontrollgruppe wurde in demselben Raum wie die bestrahlte Gruppe gehalten, allerdings mit 15 m Abstand zur Strahlungsquelle. Die Autoren gehen davon aus, dass dieser Abstand ausreicht, um eine Auswirkung der Strahlung auf die Kontrollgruppe auszuschließen. Als Strahlungsquelle diente ein WLAN Router mit 802.11.b-Modus und WPA2-Verschlüsselung. Die bestrahlte Gruppe wurde in zwei Käfige aufgeteilt (6 Tiere pro Käfig), die in jeweils 25 cm Abstand zum Router positioniert wurden. Die Bestrahlung erfolgte 24 h/Tag über 40 Tage. Der durchschnittliche Ganzkörper-SAR-Wert betrug 0,01 W/kg. Von den 12 Versuchstieren pro Gruppe wurden jeweils 6 Tiere für die Untersuchung des oxidativen Stresses und 6 Tiere für die histopathologischen Analysen verwendet.

Ergebnisse:

Zunächst wurden 6 verschiedene oxidative Stressparameter untersucht: MDA, GSH, Katalase, GST, SOD und NO. Lediglich drei Marker konnten eine statistisch signifikante Veränderung nach der Bestrahlung vorweisen. Das nach dem oxidativen Angriff auf Fette entstehende MDA (Malondialdehyd) war signifikant erhöht. Damit übereinstimmend war die Konzentration des Antioxidanz GSH (Glutathion) sowie des antioxidativen Enzyms SOD (Superoxid-Dismutase) signifikant vermindert.

Anschließend wurden die Leberwerte GOT (Glutamat-Oxalacetat-Transaminase) und GPT (Glutamat-Pyruvat-Transaminase) ermittelt. Die Veränderung des GOT-Wertes nach Bestrahlung waren nicht signifikant, der GPT-Wert war signifikant vermindert. Dies ist verwunderlich, da bei einer Leberschädigung ein erhöhter GPT-Wert zu vermuten ist (Anm. der Redaktion). Anschließend wurde die Histologie der Leber mikroskopisch analysiert. Bei den unbestrahlten Tieren wurde eine normale histologische Struktur der Leber gefunden. Die Gewebeschnitte der bestrahlten Tiere hingegen zeigten eine Reihe von nicht-physiologischen Veränderungen. Diese Veränderungen beinhalten degenerative Veränderungen des Zytoplasmas der Hepatozyten (Leberzellen) mit Veränderungen des Färbeverhaltens. Das beschriebene schaumige eosinophile Zytoplasma kann ein Hinweis auf Fett- und Glykogenanreicherung innerhalb der Leberzellen darstellen. Des Weiteren wurden Anzeichen für Nekrose (Absterben der Zelle nach schädigenden Einflüssen) und Apoptose (programmierter Zelltod) beobachtet. Außerdem wurden Hinweise auf eine Aktivierung von Immunzellen innerhalb der Leber gefunden. Auch Anhaltspunkte für degenerative Veränderungen der Mitochondrien wurden festgestellt. Außerdem könnte eine leichte Aktivierung von Lebersternzellen (Ito-Zellen) vorliegen.

Die Autoren empfehlen eine Sensibilisierung der Öffentlichkeit, um die Belastungsdauer mit WLAN-Strahlung zu vermindern.

Schlussfolgerungen:

Die Autoren gehen davon aus, dass die signifikante Verminderung der GSH- und SOD-Aktivität auf deren Auslastung durch die erhöhte ROS-Produktion zurückzuführen sei. Außerdem könne eine oxidative Inaktivierung der Enzyme durch ROS eine Rolle spielen. Des Weiteren vermuten sie, dass die erhöhte ROS-Konzentration durch mitochondriale Schädigungen hervorgerufen werde und für die histopathologischen Veränderungen verantwortlich sei. Die Aktivierung der Leber-Sternzellen könnte eine Rolle bei der Entwicklung einer Leberfibrose spielen. Es bleibt jedoch verwunderlich, wieso die teilweise starken pathologischen Veränderungen des Lebergewebes nicht von erhöhten Leberwerten begleitet sind (Anm. der Redaktion). Die Autoren empfehlen eine Sensibilisierung der Öffentlichkeit, um die Belastungsdauer mit WLAN-Strahlung zu vermindern. Ergänzend solle ein möglichst großer Abstand zur Strahlungsquelle eingehalten werden. (RH)



Mobilfunkwirkung auf den Hippocampus bei Ratten

Mobilfunkstrahlung bewirkt epigenetische Veränderungen im Hippocampus von Ratten

Kumar R, Deshmukh PS, Sharma S, Banerjee BD (2020): Effect of mobile phone signal radiation on epigenetic modulation in the hippocampus of Wistar rat. *Environmental Research* 192, 110297

Die Forscher untersuchten die epigenetische Modulation (DNA- und Histon-Methylierung) durch Mobilfunkstrahlung verschiedener Frequenzen und Einwirkzeiten im Hippocampus von männlichen Wistar-Ratten. Im Hippocampus wird lernen, erinnern und räumliche Navigation verarbeitet. Der hohe Gehalt an ungesättigten Fettsäuren und hohe Stoffwechselraten machen die Nervenzellen anfälliger gegen Schädigungen der Moleküle durch verschiedene Arten von Umweltstress oder oxidativen Stress als andere Zellen. Da das Mobiltelefon nah am Kopf betrieben wird, ist das Zentrale Nervensystem besonders von der Strahlung betroffen. Oxidativer Stress kann u. a. epigenetische Veränderungen auslösen mit der Folge von kognitiven Fehlfunktionen. Epigenetische Änderungen durch Methylierung (u.a.) sind Schlüsselregulatoren der Genexpression ohne dass die Gene verändert werden. Epigenetische Regulation ermöglicht es dem Organismus, sich durch Steuerung der Genaktivität an veränderte Bedingungen anzupassen. Zwei Enzyme spielen eine wichtige Rolle bei der DNA- bzw. Histon-Methylierung. Gestörte Methylierung von DNA und Histonen kann zu verschiedenen krankhaften Veränderungen führen, dazu gehören Krebs, Entwicklungsstörungen und verminderte Hirnfunktionen. Die DNA-Methyl-Transferase 1 (DNMT1) überträgt eine Methyl-Gruppe auf ein Cytosin in der genomischen DNA und hält die Methylierung aufrecht. Die Euchromatische Histon-Methyltransferase 1 (EHMT1) methyliert ein Lysin-9 von Histon3 (H3K9), wodurch die Chromatinstruktur verändert und die Transkription verhindert wird.

Da die steigende künstliche elektromagnetische Strahlung die menschliche Gesundheit bedroht, ist es Zeit, den Eingriff auf genetischer und epigenetischer Ebene zu bestimmen. Bisher gibt es keine Studien zu epigenetischen Einflüssen der Strahlung oder die Wirkung auf die oben erwähnten DNA- und Histonmethylierungsenzyme. Diese Wissenslücke sollte mit diesen Experimenten geschlossen werden. Ermittelt wurden der Prozentsatz der Methylierung von DNA und Histonen und die Expression der beiden entsprechenden Enzyme im Hippocampus nach Bestrahlung mit verschiedenen Mobilfunkfrequenzen. Die Überlegung war, dass die Strahlung epigenetische Veränderungen über die Methylierung hervorruft, was die Chromatinstruktur und die Bindungsstelle für Transkriptionsfaktoren an der DNA stört. Dies könnte ein Faktor für Krebsent-

stehung sein und für Beeinträchtigung von Fortpflanzung, Entwicklung und Beeinträchtigung der Hirnleistung.

Studiendesign und Durchführung:

96 männliche Wistar-Ratten wurden in 12 Gruppen geteilt: scheinbestrahlte Kontrolle, Bestrahlung mit 900, 1800 und 2450 MHz, davon jeweils Bestrahlungszeiten von 1, 3 oder 6 Monaten. Die SAR-Werte betragen $5,84 \times 10^{-4}$ W/kg, $5,94 \times 10^{-4}$ W/kg and $6,4 \times 10^{-4}$ W/kg bei 1 mW für 2 Stunden pro Tag. Die Tiere befanden sich 1 m entfernt von der Strahlungsquelle und erhielten Ganzkörperbestrahlung. Im Hippocampus wurde die Expression der beiden Enzyme DNMT1 und EHMT1 bestimmt sowie die Methylierung der genomischen DNA und der Histone H3K9. Es wurden 3-fach-Ansätze, positive und negative Kontrollen durchgeführt.

Ergebnisse:

Die Genexpression von DNA-Methyltransferase 1 (DNMT1) und der euchromatischen Histon-Methyltransferase 1 (EHMT1) wurden mit 2 Methoden bestimmt. Die Expression des DNMT1-Gens war nach Bestrahlung vermindert, die EHMT1 signifikant erhöht im Vergleich zu den scheinbestrahlten Kontrollen. Bei allen Experimenten zeigten die Ergebnisse eine dosis- und frequenzabhängige Erhöhung bzw. Verminderung der Werte.

EHMT 1 war umso höher, je höher die Frequenz war, nämlich nach 1 Monat 1,17-fach bei 900 MHz, 1,29-fach bei 1800 MHz und 1,63-fach bei 2450 MHz gegenüber der Kontrollgruppe. Im Vergleich mit 900 MHz waren die Werte für 1800 und 2450 MHz auch signifikant erhöht. 3 Monate nach Bestrahlung zeigte sich signifikante Hochregulation von EHMT1-mRNA: Die Genexpression stieg signifikant 1,32-fach bei 900 MHz, 1,40-fach bei 1800 MHz und 1,70-fach bei 2450 MHz gegenüber der Kontrolle an. Die mRNA-Werte waren nach 6 Monaten Bestrahlung 1,6-fach bei 900 MHz, 1,75-fach bei 1800 MHz und 2,32-fach bei 2450 MHz erhöht. Die DNA-Expression von EHMT1 war ebenfalls signifikant erhöht.

Die Expression der DNMT1-mRNA war nach 1 Monat 0,7-fach bei 900 MHz, 0,57-fach bei 1800 MHz und 0,39-fach bei 2450 MHz herunterreguliert, das ist signifikant verschieden bei 900 und 1800 MHz gegenüber 2450 MHz. Die Genexpression nahm mit steigender Frequenz ab, 0,67-fach bei 900 MHz, 0,53-fach bei 1800 MHz und 0,37-fach bei 2450 MHz. Nach 3 Monaten waren die Werte der Genexpression niedriger, signifikant beim Vergleich 900 und 2450 MHz. Nach 6 Monaten ergaben sich noch niedrigere Werte: 0,56-fach bei 900 MHz, 0,49-fach bei 1800 MHz und 0,30-fach bei 2450 MHz gegenüber der Kontrolle; signifikant waren die Unterschiede bei 900 und 1800 MHz gegenüber 2450 MHz. Die Expression des Dnmt1-Gens war signifikant niedriger bei allen Gruppen als bei der Kontrollgruppe.

Der Prozentsatz der Histon-Methylierung (H3K9) stieg bei allen Zeiten mit steigender Frequenz an. Nach 1 Monat erga-

ben sich bei der Kontrolle 4,15 %, bei 900 MHz 4,90 %, bei 1800 MHz 6,43 % und bei 2450 MHz 7,4 %. Alle Gruppen unterschieden sich signifikant, außer 1800 und 2450 MHz. Nach 3 Monaten betrug der Prozentsatz des methylierten Histon-Proteins 5,29 % bei der Kontrolle, 7,70 % bei 900 MHz, 8,79 % bei 1800 MHz und 9,38 % bei 2450 MHz. Alle Werte waren signifikant verschieden außer bei 1800 MHz gegenüber 2450 MHz. Nach 6 Monaten ergaben sich Werte von 5,69 % bei der Kontrollgruppe, 8,67 % bei 900 MHz, 9,58 % bei 1800 MHz und 10,38 % bei 2450 MHz. Hier waren die Unterschiede signifikant bei allen 3 Frequenzen gegenüber Kontrollgruppe, nicht-signifikant waren 900 MHz gegenüber 1800 und 2450 MHz sowie 1800 gegenüber 2450 MHz.

Die Methylierung des Cytosinrestes der DNA betrifft die Regulation der Genexpression. Nach 1 Monat Bestrahlung hatte der Prozentsatz der Methylierung abgenommen, je höher die Frequenz desto stärker die Abnahme (17,23 %, 16,81 %, 15,04 % und 12,96 % bei Kontrolle, 900, 1800 und 2450 MHz; signifikant nur für Kontrolle und 900 MHz zu 2450 MHz). Nach 3 Monaten war die Reduktion stärker (13,91 % in Kontrolle, 12,69 % bei 900 MHz, 12,58 % bei 1800 MHz und 10,48 % bei 2450 MHz; signifikant für Kontrolle zu 2450 MHz, 900 und 1800 MHz zu 2450 MHz) und nach 6 Monaten noch stärker (12,21 %, 11,27 % bei 900 MHz, 8,92 % bei 1800 MHz und 5,35 % bei 2450 MHz; signifikant für Kontrolle zu 1800 und 2450 MHz sowie 900 und 1800 MHz zu 2450 MHz).

Schlussfolgerungen:

Alle untersuchten Parameter im Hippocampus wurden durch die Bestrahlung mit Mobilfunkfrequenzen von 900, 1800 und 2450 MHz epigenetisch frequenz- und dosisabhängig verändert. Es kam zu signifikantem Anstieg der Histon (H3K9)-Methylierung, signifikanter Abnahme der DNA-Methylierung und signifikanter Änderungen auf der Ebene von Transkription und Translation. Zusammengefasst ist festzustellen, dass Mobilfunkstrahlung von 900, 1800 und 2450 MHz über Zeiträume von 1, 3 und 6 Monaten eine starke Methylierung der Histone (H3K9) hervorruft, durch Hochregulation des Enzyms Euchromatische Histon-Methyltransferase 1. Dagegen wird die DNA (5-Mc) vermindert methyliert durch die DNA-Methyltransferase 1, mit steigender Frequenz und Bestrahlungsdauer. Höhere Frequenz heißt höhere Energie, d. h. 1800 MHz hat eine schädlichere Wirkung als 900 MHz und ist weniger schädlich als 2450 MHz. Dies spiegelt sich in den Ergebnissen dieser Experimente bei epigenetischer Modulation, Gen- und Proteinexpression in Ratten wieder. Die größten Auswirkungen gab es bei 2450 MHz nach 6 Monaten Bestrahlung. Die Ergebnisse können Hinweise auf Beeinträchtigung der Hirnleistung geben. Die Daten können zur Bestimmung des Gesundheitsrisikos der Mobilfunkstrahlung und für die Festlegung von Richtlinien für die Politik dienen. (IW)



Mobilfunkwirkung auf kultivierte Innenohrzellen

Auswirkungen von Mobilfunkstrahlung auf die Randzellen der Stria Vascularis bei Sprague-Dawley-Ratten

Yang H, Zhang Y, Wang Z, Zhong S, Hu G, Zuo W. (2020): The Effects of Mobile Phone Radiofrequency Radiation on Cochlear Stria Marginal Cells in Sprague-Dawley Rats. *Bioelectromagnetics*, DOI: 10.1002/bem.22255

In vielen Ländern der Welt benutzen mehr als 50% der Bevölkerung Mobiltelefone, weswegen mögliche gesundheitliche Auswirkung von Mobilfunkstrahlung mehr und mehr öffentliche Aufmerksamkeit erregen. Obwohl die Frequenzbänder in den verschiedenen Ländern variieren, verwendet GSM (2G) für Mobiltelefone meistens die Frequenzen 900 und 1800 MHz. Das Ohr und seine Funktion könnten auf Grund der Nähe zum Mobiltelefone das erste Angriffsziel von unerwünschten biologischen Wechselwirkungen sein. Bei der Stria Vascularis handelt es sich um ein Organ im Innenohr, welches aus Endothelzellen besteht. Ihre Aufgabe besteht im Ionentransport, welcher für die Funktion der Härchen im Innenohr von großer Bedeutung ist. Außerdem besitzt sie eine Barrierefunktion. Die Randzellen der Stria Vascularis sind auf Grund ihrer hohen Mitochondrienanzahl und -aktivität ein interessantes Forschungsgebiet, da sie sehr sensibel gegenüber reaktiven Sauerstoffspezies (ROS) sind. Die Produktion von ROS als Konsequenz von Mobilfunk gilt als primärer möglicher Wirkungsmechanismus von Mobilfunk auf biologisches Gewebe. Das Ziel der Arbeitsgruppe war es die Auswirkungen von 1800 MHz Mobilfunkstrahlung auf die Randzellen der Stria Vascularis mittels in vitro Studie zu untersuchen.

Studiendesign und Durchführung:

Als erster Schritt wurden die primären Zellen aus den Ohren von neugeborenen Sprague-Dawley Ratten gewonnen und kultiviert. 24 h nach dem Aussähen der Zellen wurden diese in einer speziellen Bestrahlungsapparatur für Zellkulturen für 24 h bestrahlt. Die Bestrahlung erfolgte bei 1800 MHz mit abwechselnden Zyklen: 5 Minuten an und 10 Minuten aus. Die Kulturschalen mit den Zellen wurden zufällig in folgende Gruppen unterteilt: (1) Kontrollgruppe, (2) 2W/kg (bestrahlt oder scheinbestrahlt), (3) 4 W/kg (bestrahlt oder scheinbestrahlt), (4) Hydrogenperoxid (H₂O₂) als Positivkontrolle. Nach der 24 h Bestrahlung wurden die Zellen auf DNA-Schäden (Komet-Test), Apoptose, Caspase-3 Aktivität sowie intrazellulärer ROS-Konzentration untersucht.

Ergebnisse:

Bei der Überprüfung der DNA-Schäden und der Apoptose wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den

bestrahlten Gruppen und den scheinbestrahlten bzw. der Kontrollgruppe gefunden. Lediglich die Positivkontrolle (H₂O₂) zeigte Hinweise auf DNA-Schäden und damit verbunden erhöhte Apoptose und Caspase-3 Aktivität. Bei den intrazellulären ROS-Konzentrationen hingegen zeigte die Positivkontrolle und die 4 W/kg bestrahlte Gruppe statistisch signifikant erhöhte Werte im Vergleich zu den anderen Gruppen.

Schlussfolgerungen:

Die kurzfristige Belastung (24 h) mit Mobilfunk reichte nicht aus, um DNA-Schäden oder gar Apoptose in den Zellen hervorzurufen. Allerdings war ein SAR-Wert von 4 W/kg genug, um signifikant erhöhte intrazelluläre ROS-Konzentrationen zu produzieren, was laut den Autoren darauf hinweist, dass das ROS-System eine wichtige Rolle bei den biologischen Auswirkungen von Mobilfunkstrahlung besitzt. Die ICNIRP hat zwar vorge schlagen, dass die Belastung mit Mobiltelefonen 2 W/kg nicht überschreiten sollte, die Strahlungsintensität eines Mobiltelefons steigt jedoch punktuell bei schlechtem Signal oder im Moment des Einschaltens erheblich an. Damit kann dieser Wert zumindest kurzfristig überschritten werden (Anm. der Redaktion). Der Wert von 4 W/kg ist weltweit als Schwellenwert für das Hervorrufen thermischer Wirkungen akzeptiert. Die Autoren vermuten, dass bei der kurzfristigen Belastung keine DNA-Schäden oder Apoptose festzustellen waren, da die Randzellen die negativen Auswirkungen durch ROS kompensieren konnten. Eine langfristige Exposition könne jedoch zu Zellschäden führen. Sie fügen hinzu, dass die Gesamtauswirkung der Mobilfunkstrahlung besser untersucht werden muss. (RH)



Mobilfunk und Schwangerschaft

Wie wirkt sich Mobilfunknutzung während der Schwangerschaft auf das Wachstum des Fetus aus?

Boileau N, Marguerite F, Gauthier T, Boukeffa N, Preux PM, Labrunie A, Aubard Y (2020): Mobile phone use during pregnancy: which association with fetal growth?. *Journal of Gynecology, Obstetrics and Human Reproduction*, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jogoh.2020.101852>

Es gibt nur wenige Studien, die sich mit der Wirkung von elektromagnetischen Feldern auf menschliche Feten befassen haben, obwohl Mobilfunknutzung heutzutage überall gegenwärtig ist. Diese Studie untersuchte in der allgemeinen Bevölkerung den Zusammenhang zwischen Mobilfunknutzung werdender Mütter und Entwicklung des Ungeborenen während der Schwangerschaft.

Studiendesign und Durchführung:

Die Daten kamen von einer Kohorte aus 3 Kliniken in der Region Haute-Vienne in Frankreich, betrachtet wurden Kinder, die zwischen April 2014 und April 2017 geboren worden waren. Die erhobenen epidemiologischen Daten betrafen die Schwangerschaft, das Neugeborene, Umweltfaktoren und familiäre Verhältnisse. Neben Infektionskrankheiten und genetischen Schäden wurden Mütter ausgeschlossen, die mehr als 240 Minuten täglich telefonierten. Nach der Geburt wurden die Daten zu Größe, Geschlecht und Entwicklung des Neugeborenen erhoben sowie zu Größe, Alter und Gewicht der Mutter. Das Hauptziel war der Einfluss des Mobilfunks auf das Wachstum des Ungeborenen, zweitens sollte ein möglicher Zusammenhang zwischen Dauer der Mobilfunknutzung und Fehlbildungen, Geburtsgewicht oder Kopfumfang beim Fetus untersucht werden. Die Daten dazu wurden mit einem Fragebogen im direkten Interview erhoben, es gab weitere Fragen zu demographischen, psychologischen und beruflichen Bedingungen und ob die Mutter während der Schwangerschaft geraucht und Alkohol getrunken hatte.

Ergebnisse:

Es gab etwa 12000 Geburten in den 3 Kliniken in der Region Haute-Vienne zwischen April 2014 und April 2017. In diesem Zeitraum waren dort 7287 Mütter, Daten wurden erhoben von 2722 Neugeborenen von 2677 Müttern. Insgesamt waren 1415 der Neugeborenen komplett dokumentiert, 37 wurden ausgeschlossen, daher wurden 1378 ausgewertet. 1368 Mütter (99,3 %) nutzten das Mobiltelefon während der Schwangerschaft, die durchschnittliche Nutzungszeit betrug 29,8 Minuten pro Tag (0,0-240,0 Minuten). Die Mütter, die am meisten telefonierten (15 Minuten pro Tag oder mehr), sendeten auch mehr SMS, nutzten das Internet mehr und hatten das Telefon nachts in Reichweite. Nach Durchsicht der Fragebögen wurden weitere Teilnehmer ausgeschlossen, sodass schließlich 1353 Frauen und ihre Kinder in die Auswertung kamen. Es zeigte sich, dass Kinder von Müttern, die das Mobiltelefon mehr als 30 Minuten täglich nutzten, signifikant wahrscheinlicher Einschränkungen bei der Geburt hatten als Kinder von Müttern, die weniger als 5 Minuten während der Schwangerschaft telefoniert hatten. Bei Nutzungszeiten zwischen 15 und 30 Minuten pro Tag waren nicht-signifikant mehr Einschränkungen vorhanden. Bei Geburtsgewicht und Kopfumfang war kein Unterschied zu sehen. Kinder von Raucherinnen, die mehr als 30 Minuten das Mobiltelefon nutzen, hatten ein signifikant geringeres Geburtsgewicht.

Schlussfolgerungen:

Die Ergebnisse legen nahe, dass häufiger Gebrauch des Mobiltelefons während der Schwangerschaft zu geringerem Geburtsgewicht führen kann. Der Zusammenhang ist signifikant bei 30 Minuten oder mehr pro Tag im Vergleich zu Frauen,

die das Mobiltelefon 5 Minuten pro Tag oder weniger nutzen. Dieser Zusammenhang war an der Grenze zur Signifikanz für die Nutzung zwischen 15 und 30 Minuten pro Tag. Die Autoren führen einige Einschränkungen der Studie an, z. B. ob sich das Telefon während der Schwangerschaft nahe am Uterus befunden hat, sodass die Daten mit Vorsicht betrachtet werden müssen. Trotzdem schlussfolgern sie: Wenn man das Mobiltelefon mehr als eine halbe Stunde pro Tag zum Telefonieren einsetzt, könnte das einen negativen Einfluss auf den Fetus haben, es kann zu erhöhten Wachstumseinschränkungen kommen. Weitere Studien sollten durchgeführt werden, um je nach Ergebnis Empfehlungen für Schwangere zur Mobilfunknutzung geben zu können. (IW)



Mobilfunkwirkung auf den Hippocampus bei Mäusen

Langzeiteinwirkung von Mobilfunkstrahlung beeinträchtigt das Gleichgewicht der RNA-Expression von Bax/Bcl2 im Hippocampus von Mäusen

Tohidi FZ, Sadr-Nabavi A, Haghiri H, Fardid R, Rafatpanah H, Azimian H, Bahreyni-Toossi MH (2020): Long-term exposure to electromagnetic radiation from mobile phones can cause considerable changes in the balance of Bax/Bcl2 mRNA expression in the hippocampus of mice. *Electromagnetic Biology and Medicine*, DOI: 10.1080/15368378.2020.1830793

Diese Experimente hatten zum Ziel, die Wirkung von Mobilfunkstrahlung auf den Hippocampus von Mäusen nach verschiedenen Einwirkzeiten festzustellen. Untersucht wurden die beiden apoptotischen Gene Bax und Bcl2. Apoptose ist eine bestimmte Form des Zelltods, ein Vorgang, der unter genetischer Kontrolle steht (programmierter Zelltod). Die Apoptose kann physiologisch oder pathologisch ausgelöst werden, beispielsweise wenn eine Zelle überaltert, entartet oder beschädigt ist. Die Bcl-Protein-Familie besteht aus mindestens 15 Mitgliedern, sie hat eine Schlüsselrolle bei der Regulation der Apoptose. Reguliert wird entweder in Richtung Apoptose oder der Apoptose entgegen, d. h. es wird entschieden, ob die Zelle abstirbt (pro-apoptotisch) oder überlebt (anti-apoptotisch). Dabei ist das Verhältnis der anti- zu den pro-apoptotischen Proteinen wie Bcl2 und Bax entscheidend. Wird dieses Gleichgewicht verschoben, kann der Apoptose-Prozess gestört werden. Da es widersprüchliche Auffassungen über die Wirkungen von elektromagnetischer Strahlung auf die Apoptose im Hippocampus gibt, können molekulare Experimente zur Aufklärung beitragen.

Studiendesign und Durchführung:

Hierzu wurden 48 7–8 Wochen alte männliche BALB/c-Mäuse in 6 Gruppen zu je 8 Tieren eingeteilt. Die Bestrahlung erfolgte mit einem 2-Watt-Mobilfunk-Jammer für 900 und 1800 MHz, dessen 4 Antennen jede eine Reichweite von 2 m hat. Die Tierkäfige standen 2 m vom Gerät entfernt. Die Bestrahlungszeiten betragen 0,5, 1, 2 und 4 Stunden zweimal am Tag im Abstand von 12 Stunden über 30 aufeinander folgende Tage. Eine Gruppe wurde 4 Stunden lang nur einmal täglich bestrahlt, die Kontrollgruppe wurde nicht bestrahlt. Nach den 30 Tagen wurde den Tieren die rechte Seite des Hippocampus entnommen und die Menge der Genprodukte im Vergleich zur unbehandelten Kontrollgruppe bestimmt.

Ergebnisse:

Die Konzentration des Genprodukts Bax (das pro-apoptotische Protein) war in allen Gruppen hochreguliert, es gab aber keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Die höchste Konzentration des Bax-Proteins wurde bei der 2-Stunden-Bestrahlung gefunden. Bei Bcl2 (anti-apoptotisches Protein) zeigte die zweimal-4-Stunden-Gruppe signifikante Verringerung im Vergleich zu zweimal 0,5 bzw. 1 Stunde. Die Expression beider Gene war umso höher, je länger die Bestrahlungszeit war, am höchsten bei zweimal 4 Stunden.

Das Verhältnis von Bax- und Bcl-Expression war höher als in allen bestrahlten Gruppen, am höchsten nach zweimal 4 Stunden. Statistische Signifikanz zeigte sich bei dem Verhältnis 2x 4h zu Kontrolle, 2x 0,5h zu 2x 4h, 2x 2h zu 2x 4h und 2x 4h zu 4h. Nach 4 Stunden waren beide Gene abhängig von der Dauer herunterreguliert, am höchsten bei den Tieren, die zweimal am Tag die Bestrahlung bekommen hatten.

Schlussfolgerungen:

Die veränderte Genexpression der beiden Apoptosegene Bax und Bcl2 zeigt, dass Mobilfunkstrahlung den Hippocampus beeinflusst, d. h. durch die Verschiebung des Gleichgewichts können Zellprozesse verändert werden, die das Überleben von Zellen regulieren. Wenn die Apoptose voranschreitet, werden Zellen zerstört, wodurch die Funktion des Gewebes beeinträchtigt wird. Wird die Apoptose gehemmt, besteht ein erhöhtes Risiko für die Entwicklung eines Tumors. Eine verminderte Funktion des Hippocampus kann Beeinträchtigung des Lernens und des Gedächtnisses zur Folge haben. Die Ergebnisse sind nur teilweise signifikant, weitere Experimente mit größerer Probenzahl und längerer Bestrahlungszeit könnten die Signifikanz erhöhen.

Aus den Ergebnissen kann man schließen, dass Mobilfunkstrahlung beträchtliche Veränderungen im Gleichgewicht der mRNA-Ausschüttung der Apoptose-Gene Bax und Bcl2 im Hippocampus von männlichen Mäusen hervorrufen kann. (IW)

**Gesundheitsrisiken durch 5G**

Technische Informationen des IEEE-Komitees Mensch und Strahlung zu Gesundheitsfragen bezüglich der 5G-Technologie

Bushberg JT, Chou CK, Foster KR, Kavet R, Maxson DP, Tell RA, Ziskin MC (2020): IEEE Committee on Man and Radiation–COMAR Technical Information Statement: Health and Safety Issues Concerning Exposure of the General Public to Electromagnetic Energy from 5G Wireless Communications Networks. Health Physics 119 (2), 236–246, DOI: 10.1097/HP.0000000000001301

Diese Stellungnahme zu Technischen Informationen vom COMAR (Committee on Man and Radiation des IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers) bezieht sich auf die Gesundheitsbelange des neuen Mobilfunkstandards der 5. Generation (5G) für die Öffentlichkeit (d. h., es geht um die Basisstationen, die Red.). 5G kann sehr viel mehr Daten schneller übertragen als die bisherigen Generationen. Zunächst werden kurz einige technische Informationen gegeben, dann werden die Grenzwerte thematisiert. Die 5G-Millimeterwellen (MMW) dringen kaum in Materie ein, deshalb werden sehr viele Basisstationen mit geringer Reichweite benötigt, die oft auch in Gebäuden installiert werden. Zu den Gesundheitsgefahren wird folgendermaßen argumentiert: 1. Wegen der geringen Eindringtiefe gelangen die 5G-MMW nicht in tiefere Hautschichten, 2. Die derzeitige Forschungslage zu Mikrowellen zeigt, dass 5G die schon vorhandene Belastung mit Mikrowellen (Radio-, TV-Sender, Mobilfunk u. a.) nur gering verändert, da bei 5G nur kleine Funkzellen mit geringer Reichweite hinzukommen. 3. Die Strahlungsintensität liegt weit unter den Grenzwerten (einschl. von ICNIRP und IEEE) und schließlich: Solange die Strahlungsintensitäten unter den Grenzwerten bleiben, so sagt die derzeitige Forschung, sind keine Gesundheitsgefahren in der Öffentlichkeit gegeben, auch nicht durch 5G. Die meiste Strahlenbelastung stammt vom Gerät, das der Nutzer einsetzt („Uplink“), wie bei den bisherigen Systemen auch. (Gemeint ist das Mobiltelefon, das am Ohr, in der Hosentasche usw. direkt am Körper ist, die Red.).

Schlussfolgerungen:

Die Autoren behaupten, sie würden eine objektive Bewertung abgeben. Wenn die Feldstärken unterhalb der Grenzwerte liegen, sehen weder Gesundheitsbehörden noch Organisationen, die die Grenzwerte festlegen, Gesundheitsgefahren durch 5G-Millimeterwellen oder Mikrowellen der früheren Mobilfunkgenerationen. COMAR empfiehlt weitere Forschung mit hoher Qualität, dann wird 5G von der Gesellschaft mit geringer oder

ohne Störung akzeptiert werden. Es gibt zwar noch Lücken in der wissenschaftlichen Literatur, aber die Wahrscheinlichkeit, dass es noch unbekannte Gesundheitsrisiken gibt, ist sehr gering, wenn sie überhaupt existiert. Da die Forschung zu diesen Frequenzen bisher begrenzt ist, sollte zukünftige Forschung mehr Klarheit bringen. Zum Schluss wird der Zweck dieser Stellungnahme geäußert: Sie soll unter die Leute gebracht werden, um "falsche Informationen zu Gesundheitsgefahren zu korrigieren" ("The mission of COMAR is to disseminate authoritative information to the public relating to the safety of nonionizing electromagnetic fields and to correct misinformation that relates to public health on this topic.").

„Schweißdrüsen können als Antennen fungieren und gerade die 5G-Strahlung so in tiefere Hautschichten weiterleiten.“

Kommentar:

Dass die 5G-Strahlung nicht in lebendes Gewebe eindringt, ist eine sehr mechanistische Aussage. Weil MMW eine geringe Eindringtiefe haben, wird unterstellt, dass das auch für lebende Materie gilt. Das bedeutet nicht, dass Lebewesen geschützt sind. Denn es gibt eine Forschungsarbeit aus dem Jahr 2018, in der gerade diese Ansicht widerlegt wird. Die in der Haut befindlichen Schweißdrüsen können als Antennen fungieren und gerade die 5G-Strahlung so in tiefere Hautschichten weiterleiten (The human skin as a sub-THz receiver – Does 5G pose a danger to it or not? Betzalel N, Ben Ishai P, Feldman Y (2018): Environ Res. 163 (January), 208–216). Solche Arbeiten werden von Teilen der „Experten“ systematisch ignoriert, so auch hier, kein neues Phänomen. Stattdessen wird zu den medizinischen und biologischen Wirkungen z. B. die Arbeit von Simkó und Mattsson (2019) angeführt und breit ausgewalzt, eine Auftragsarbeit der Deutschen Telekom. Andere zitierte Aussagen stammen von offiziellen Einrichtungen verschiedener Länder (Australien, Schweden), die mit dem deutschen Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) vergleichbar sind.

Zu den Grenzwerten: Noch immer werden offiziell nur die Feldstärken „anerkannt“, die biologisches Gewebe erwärmen. Angeführt wird hier als Beispiel der Schmerz, der durch Mikrowellen in der Haut bei 43 oder 44 °C erzeugt wird.

Das Argument, die Feldbelastung durch 5G sei nur ein geringer Beitrag zu den bereits vorhandenen Feldstärken anderer Systeme ist kritisch, denn: wann könnte der Zeitpunkt erreicht sein, dass das Fass überläuft? Vielleicht bald?

Das alles erinnert an die Leugner des Klimawandels. Wer hält die für „Experten“? Vergleiche auch die Stellungnahme von Hardell und Carlberg in dieser Ausgabe. (IW)



Kommentar: ICNIRP voreingenommen und unseriös

Gesundheitsrisiken durch hochfrequente Strahlung, einschließlich 5G, sollten von Experten ohne Interessenkonflikte bewertet werden

Hardell L, Carlberg M (2020): [Comment] Health risks from radiofrequency radiation, including 5G, should be assessed by experts with no conflicts of interest. *Oncol. Lett.* (2020). DOI: 10.3892/ol.2020.11876

Die meisten Politiker und andere Entscheidungsträger scheinen die Risiken von Mobilfunkstrahlung für die menschliche Gesundheit sowie die Umwelt zu ignorieren. Ein wichtiger Faktor könnte der Einfluss von Einzelpersonen und Organisationen mit Interessenskonflikt auf Politiker sein. Die „International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection“ (Internationale Kommission für Schutz vor nicht-ionisierender Strahlung) ICNIRP hat wiederholt wissenschaftliche Hinweise auf schädliche Auswirkungen von Mobilfunkstrahlung auf Gesundheit und Umwelt ignoriert. Ihre Richtlinien bezüglich der Belastungsgrenzen basieren ausschließlich auf dem thermischen Modell. Die Richtlinien wurden erstmal 1998 veröffentlicht, 2009 aktualisiert und 2020 neu aufgelegt, wobei das Grundkonzept beibehalten wurde und lediglich auf thermischen Wirkungen von Mobilfunkstrahlung auf den Menschen beruht. Die große Anzahl von kreuzgeprüften, wissenschaftlichen Studien zu nicht-thermischen Wirkungen wurden bei allen ICNIRP-Bewertungen ignoriert. Darüber hinaus hat die ICNIRP es geschafft, ihre veralteten Richtlinien in die gesamte Welt zu exportieren. Im Jahre 2011 hat die Internationale Organisation für Krebsforschung IARC Mobilfunkstrahlung als möglicherweise krebserregend beim Menschen (Kategorie 2B) eingestuft. Seit 2011 haben sich die Hinweise auf erhöhtes Krebsrisiko durch Mobilfunk durch u.a. epidemiologische Studien und Tierversuche verdichtet. Aus diesem Grund sollte die Kategorie von 2B auf 1 angehoben werden: krebserregend beim Menschen. Der Ausbau der fünften Mobilfunkgeneration (5G) stößt in zahlreichen Ländern auf Widerstand. Gruppen von Bürgern versuchen, einen vertraglich vereinbarten Aufschub (Moratorium) zu erwirken, bis umfassende Studien zu den möglichen gesundheitsschädlichen Folgen für Mensch und Umwelt vorliegen. Ein Appell für ein Moratorium, der zurzeit von mehr als 390 Wissenschaftlern und Ärzten unterzeichnet ist, wurde im September 2017 an die Europäische Union geschickt, ohne eine Reaktion seitens der EU erwirkt zu haben. Im vorliegenden Artikel wird die gegenwärtige Situation in der Schweiz beispielhaft diskutiert. Außerdem wird die ICNIRP-Evaluierung von 2020 erörtert.

Studiendesign und Durchführung:

Die Autoren beziehen Stellung zu Aussagen und Ergebnissen, welche vorher veröffentlicht wurden.

Ergebnisse:

Laut den Autoren sind die Schlussfolgerungen des jüngsten 5G-Berichts der Schweizer Regierung voreingenommen: kurzfristige Belastung mit 5G hätte keine gesundheitlichen Auswirkungen und es gäbe keine bzw. nur unzureichende Belege für langfristige Auswirkungen. Außerdem gäbe es lediglich begrenzte oder unzureichende Hinweise für Wirkungen von Mobilfunk auf Tumore, Fruchtbarkeit, Kognitive Auswirkungen und fötale Entwicklung. Diese Bewertungen waren auffallend ähnlich denen der ICNIRP. Dies steht im Konflikt zu der Meinung von 252 Wissenschaftlern aus 43 Ländern. Diese sagen unter anderem aus, dass die Auswirkungen von Mobilfunk unter anderem erhöhtes Krebsrisiko, zellulären Stress, genetische Schäden, Veränderungen des Fortpflanzungssystems sowie Lern- und Gedächtnisdefizite beinhalte. Mehrere Schweizer Bürgerinnen und Bürger haben die Autoren darauf aufmerksam gemacht, dass ICNIRP-Mitglied Professor Martin Rösli den Vorsitz von zwei wichtigen Expertengruppen der Schweizer Regierung innehat, trotz einer Geschichte von wissenschaftlicher Falschdarstellung und eines möglichen Interessenkonflikts. Die Finanzierung durch Telekommunikationsunternehmen ruft offensichtlich einen Interessenskonflikt hervor. Martin Rösli war Vorstandsmitglied der von der Telekom finanzierten Schweizer Forschungsstiftung Strom und Mobilkommunikation FSM und erhielt Fördermittel durch diese Organisation. Laut dem Ethikrat des Karolinska-Instituts in Stockholm stellt auch die Mitgliedschaft in der ICNIRP einen potentiellen Interessenskonflikt dar. Interessenskonflikte mit Verbindungen zur Industrie sind von großer Bedeutung und können direkte oder indirekte Forschungsfinanzierung, Zahlung von Reisekosten, Teilnahme an Konferenzen sowie Präsentation von Forschungsergebnissen sein. Die ICNIRP ist eine Nichtregierungsorganisation (NGO) mit Sitz in Deutschland. Die Mitglieder werden über ein internes Verfahren ausgewählt. Außerdem ist die Organisation intransparent und vertritt nicht die mehrheitliche Meinung der wissenschaftlichen Gesellschaft, welche sich mit den Auswirkungen von Mobilfunk befasst.

ICNIRP-Richtlinien ignorieren Forschungsergebnisse

Die ICNIRP erkennt lediglich thermische Wirkungen von Mobilfunkstrahlung an und ignoriert die umfangreichen Forschungsergebnisse über schädliche, nicht-thermische Auswirkungen. So zweifelt die ICNIRP beispielsweise die Ergebnisse der US NTP-Studie an, welche von einem Experten-Gremium als gut konzipiert bewertet wurde. Im Gegensatz zur Meinung der 13 ICNIRP Kommissionsmitglieder, hat eine die IARC beratende Gruppe von 29 Wissenschaftlern auf 18 Ländern kürzlich

erklärt, dass die Versuchsergebnisse aus Tierversuchen eine Neubewertung der krebshervorrufenden Wirkung von Mobilfunkstrahlung mit hoher Priorität rechtfertigen. Am 11. März 2020 veröffentlichte die ICNIRP ihre neuen Richtlinien für die Belastung mit elektromagnetischen Feldern im Bereich von 100 KHz bis 300 GHz, also auch für 5G. Wieder wurden die experimentellen Studien, welche auf nicht-thermische biologische bzw. gesundheitliche Wirkungen hinweisen, nicht berücksichtigt. Zusätzlich erhöht die Organisation die Referenzwerte für die breite Öffentlichkeit gemittelt über 6 Minuten für Mobilfunkfrequenzen von mehr als 2 – 6 GHz von 10 W/m² auf 40 W/m². In diesem Frequenzbereich operiert 5G. Dies ebnet den Weg für noch höhere Belastungswerte als die, laut Meinung der Autoren, bereits vorhandenen, extremen Belastungswerte. Die IARC-Klassifikation von Mobilfunk als möglicherweise krebserregend (2B) wurde beim Entwurf der neuen Richtlinie im Hintergrundmaterial verborgen. Diese Klassifikation bereits widerspricht der wissenschaftlichen Grundlage für die Richtlinien, was neue Richtlinien notwendig macht und eine Grundlage dafür bietet, die Einführung der 5G-Technologie zu stoppen.

Ein selbstreferentielles System bestätigt sich selbst

Gesundheitsrisiken werden im Anhang B der ICNIRP 2020 Richtlinien diskutiert. In der Einleitung des Appendix B beruft sich die ICNIRP auf Berichte der Weltgesundheitsorganisation WHO, dem EU Wissenschaftlichen Ausschuss für neu auftretende und neu identifizierte Gesundheitsrisiken (SCENIHR) sowie der schwedischen Behörde für Strahlenschutz (SSM). Tatsächlich sind jedoch mehrere gegenwärtige ICNIRP Mitglieder ebenfalls Mitglieder in der WHO, dem SCENIHR sowie der SSM. Laut den Autoren werde dadurch ein Kartell geschaffen, welches das ICNIRP-Paradigma über Mobilfunkstrahlung propagiert. Sechs der sieben Expertenmitglieder der WHO waren auch in der ICNIRP vertreten, darunter auch Emilie van Deventer, die Teamleiterin des Strahlungsprogramms der WHO. Von den sieben externen Experten der SSM sind fünf (Danker-Hopfe, Dasenbrock, Huss, Harbo Polusen, van Rongen, Rösli und Scarfi) ebenfalls in der ICNIRP vertreten. Van Deventer war früher SSM-Mitglied. Die Autoren gehen davon aus, dass bereits durch die Auswahl der Gruppenmitglieder das Endergebnis einer Bewertung vorhersagbar wird. Darüber hinaus glauben sie, dass dies den fundierten wissenschaftlichen Verhaltenskodex gefährden könnte. Der SCENIHR-Bericht aus dem Jahr 2015 wurde dazu benutzt, eine weitere Verbreitung der drahtlosen Technologie zu legitimieren.

Andere Positionen werden ausgeschlossen

Eine Methode, die im SCENIHR-Bericht angewendet wurde, ist eine selektive Einbeziehung von Studien, wobei Studien, die über Krebsrisiken berichten, ausgeschlossen und andere Untersuchungen von teils minderer Qualität einbezogen wurden. Der Bericht ist von Forschern ohne Interessenskonflikt

heftig kritisiert worden. Am 8. Oktober 2019 forderte die WHO (Emelie van Deventer) zur Mitarbeit an systematischen Übersichtsarbeiten zur Analyse und Synthese verfügbarer Erkenntnisse auf. Eines der Themen war „Wirkungen von Mobilfunkbelastung auf Krebs (Beobachtungsstudien am Menschen)“. Die Autoren des hier vorliegenden Artikels waren Teil eines Teams, welches sich für dieses Thema bewarb. Sie wurden nicht angenommen. Auf Nachfragen hin, wer die Bewertung der Teams vornahm, welche Kriterien angewendet wurden, wie viele Gruppen sich beworben haben und welche Gruppen schließlich ausgewählt wurden, erhielten sie bis heute keine Antwort. Sie vermuten einen Prozess hinter verschlossenen Türen. Im letzten Abschnitt der hier vorgestellten Publikation beschäftigen sich die Autoren mit lediglich einem der 8 verschiedenen Eckpunkte in der ICNIRP Publikation, da er sich mit ihrem Hauptforschungsgebiet befasst: Krebs. Sie zeigen, dass ihre eigenen Forschungsergebnisse falsch interpretiert werden, um das „Kein Risiko“-Paradigma der ICNIRP aufrechtzuerhalten. Gleich-

zeitig wird ein Artikel von der ICNIRP zitiert, welcher voreingenommen ist, unter anderem von ICNIRP Mitgliedern verfasst und weder kreuzgeprüft noch in der jetzigen Version publiziert wurde. Dieser Artikel findet kein erhöhtes Krebsrisiko durch Mobilfunk. Ein Aufruf bezüglich des Entwurfs der ICNIRP Richtlinien, welcher von 164 Wissenschaftlern und Ärzten sowie 95 NGOs unterzeichnet wurde, beinhaltet unter anderem: „Diese Richtlinien sind unwissenschaftlich, veraltet und stellen keine objektive

Bewertung der verfügbaren Wissenschaft über die Auswirkung dieser Form der Strahlung dar. Sie ignorieren eine große Anzahl wissenschaftlicher Erkenntnisse, die klar und überzeugend schädliche Auswirkungen bei Intensitäten weit unterhalb der ICNIRP Richtlinien zeigen. Die Richtlinien sind unzureichend um Mensch und Umwelt zu schützen.“ Außerdem heißt es: „Die ICNIRP ist nicht, wie sie behauptet, unabhängig von Industriebeziehungen.“ Zwei Mitglieder des europäischen Parlaments schreiben in einem Bericht zu der ICNIRP: „Das ist die wichtigste Schlussfolgerung dieses Berichts: Für wirklich unabhän-

gige wissenschaftliche Beratung können wir uns nicht auf die ICNIRP verlassen. Die Europäische Kommission und die nationalen Regierungen von Ländern wie Deutschland sollten die Finanzierung der ICNIRP einstellen. Es ist höchste Zeit, dass die Europäische Kommission einen neuen, öffentlichen und völlig unabhängigen Beirat für nicht-ionisierende Strahlung einrichtet.“

Schlussfolgerungen:

Auf Basis der Beobachtungen in der Schweiz empfehlen die Autoren, dass alle Länder ein Moratorium für 5G ausrufen sollten, bis unabhängige Forschung die Sicherheit von 5G bestätigt oder eben nicht. Sie sehen 2G, 3G, 4G sowie WLAN nicht als sicher an und gehen von einer noch schädlicheren Auswirkung durch 5G aus. Des Weiteren empfehlen sie eine Aufklärungskampagne, um die Öffentlichkeit über Gesundheitsrisiken, sowie die sichere Nutzung der Technologie aufzuklären (z.B. Einführung von drahtgebundenem Internet in Schu-

len). Außerdem regen die Autoren die Regierungen dazu an Maßnahmen, zu ergreifen, um die derzeitige Belastung der Bevölkerung gegenüber Mobilfunkstrahlung deutlich zu vermindern. In ihrem Fazit weisen die Autoren auf die Notwendigkeit hin, dass alle Experten, welche die wissenschaftlichen Hinweise aus- und Gesundheitsrisiken von Mobilfunkstrahlung bewerten, frei von Voreingenommenheit oder Interessenskonflikten sind. Die Mitgliedschaft in der ICNIRP und die direkte

oder indirekte (Stiftungen) Finanzierung durch die Industrie würden klare Interessenskonflikte darstellen. Darüber hinaus wird empfohlen, bei der Interpretation der Ergebnisse von Studien die Finanzierung durch die Telekommunikationsbranche oder andere Industriezweige zu berücksichtigen. Die Autoren ziehen den Schluss, dass die ICNIRP es versäumt habe, eine umfassende Bewertung der durch Mobilfunk verursachten Gesundheitsrisiken vorzunehmen. Die neueste ICNIRP-Publikation könne nicht für Richtlinien für die Belastung mit Mobilfunk verwendet werden. (RH)

Auf Basis der Beobachtungen in der Schweiz empfehlen die Autoren, dass alle Länder ein Moratorium für 5G ausrufen sollten, bis unabhängige Forschung die Sicherheit von 5G bestätigt oder eben nicht.

ElektrosmogReport 2020 Register A-Z

A

Alkis ME, Akdag MZ, Dasdag S, Yegin K, Akpolat V. (2019): Single-strand DNA breaks and oxidative changes in rat testes exposed to radiofrequency radiation emitted from cellular phones. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. DOI: 10.1080/13102818.2019.1696702 [ElektrosmogReport 3/4-2020](#)

B

Bamdad K, Adel Z, Esmaeili M (2019): Complications of nonionizing radiofrequency divided Attention. *Journal of Cellular Biochemistry* 120 (6), DOI: 10.1002/jcb.28343 [ElektrosmogReport 1-2020](#)

Barnes F, Greenebaum B (2020): Possible Mechanism for Synchronized Detection of Weak Magnetic Fields by Nerve Cells. *Bioelectromagnetics* 41 (3), 213–218 [ElektrosmogReport 2-2020](#)

Boileau N, Marguerite F, Gauthier T, Boukeffa N, Preux PM, Labrunie A, Aubard Y (2020): Mobile phone use during pregnancy: which association with fetal growth?, *Journal of Gynecology, Obstetrics and Human Reproduction*, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jogoh.2020.101852> [ElektrosmogReport 3/4-2020](#)

Broom KA, Findlay R, Addison DS, Goiceanu C, Sienkiewicz Z (2019): Early-Life Exposure to Pulsed LTE Radiofrequency Fields Causes Persistent Changes in Activity and Behavior in C57BL/6 J Mice. *Bioelectromagnetics* 40, 498–511 [ElektrosmogReport 1-2020](#)

Bushberg JT, Chou CK, Foster KR, Kavet R, Maxson DP, Tell RA, Ziskin MC (2020): IEEE Committee on Man and Radiation–COMAR Technical Information Statement: Health and Safety Issues Concerning Exposure of the General Public to Electromagnetic Energy from 5G Wireless Communications Networks. *Health Physics* 119 (2), 236–246, DOI: 10.1097/HP.0000000000001301 [ElektrosmogReport 3/4-2020](#)

D

Doyon PR, Johansson O. (2017): Electromagnetic fields may act via calcineurin inhibition to suppress immunity, thereby increasing risk for opportunistic infection: Conceivable mechanisms of action. *Medical Hypotheses*. 2017;106:71-87. doi: 10.1016/j.mehy.2017.06.028 [ElektrosmogReport 2-2020](#)

Durdik M, Kosik P, Markova E, Somsedikova A, Gajdosechova B, Nikitina E, Horvathova E, Kozics K, Devra Davis D, Belyaev I (2019): Microwaves from mobile phone induce reactive oxygen species but not DNA damage, preleukemic fusion genes and apoptosis in hematopoietic stem/progenitor cells. *Scientific Reports* 9, Art-Nr. 16182, <https://doi.org/10.1038/s41598-019-52389-x> [ElektrosmogReport 1-2020](#)

F

Fahmy HM, Mohammed FF. (2020): Hepatic injury induced by radio frequency waves emitted from conventional Wi-Fi devices in Wistar rats. *Human & Experimental Toxicology*. DOI: 10.1177/0960327120946470 [ElektrosmogReport 3/4-2020](#)

G

Grasso R, Pellitteri R, Caravella SA, Musumeci F, Raciti G, Scordino A, Sposito G, Triglia A, Campisi A (2020): Dynamic changes in cytoskeleton proteins of olfactory ensheathing cells induced by radiofrequency electromagnetic fields. *J Exp Biol*. January 2020: jeb.217190. doi: 10.1242/jeb.217190 [ElektrosmogReport 1-2020](#)

H

Harakawa S, Hori T, Nedachi T, Suzuki H (2020): Gender and Age Differences in the Suppressive Effect of a 50 Hz Electric Field on the Immobilization- Induced Increase of Plasma Glucocorticoid in Mice. *Bioelectromagnetics* 41, 156–163 [ElektrosmogReport 2-2020](#)

Hardell L, Carlberg M (2020): [Comment] Health risks from radio-frequency radiation, including 5G, should be assessed by experts with no conflicts of interest. *Oncol. Lett.* (2020). DOI: 10.3892/ol.2020.11876 [ElektrosmogReport 3/4-2020](#)

K

Kostoff RN, Heroux P, Aschner M, Tsatsakis A (2020): Adverse Health Effects of 5G Mobile Networking Technology under Real Life Conditions. *Toxicology Letters*, doi: <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2020.01.020> [ElektrosmogReport 1-2020](#)

Kumar R, Deshmukh PS, Sharma S, Banerjee BD (2020): Effect of mobile phone signal radiation on epigenetic modulation in the hippocampus of Wistar rat. *Environmental Research* 192, 110297 [ElektrosmogReport 3/4-2020](#)

N

Narayanan SN, Jetti R, Kesari KK, Kumar RS, Nayak SB, Bhat PG (2019): Radiofrequency electromagnetic radiation-induced behavioral changes and their possible basis. *Environ Sci Pollut Res.* 2019;26(30):30693-30710. doi: 10.1007/s11356-019-06278-5 [ElektrosmogReport 1-2020](#)

O

Özsobacı NP, Ergün DD, Tunçdemir M, Özçelik D (2019): Protective Effects of Zinc on 2.45 GHz Electromagnetic Radiation-Induced Oxidative Stress and Apoptosis in HEK293 Cells. *Biol Trace Elem Res.* doi: 10.1007/s12011-019-01811-6 [ElektrosmogReport 1-2020](#)

R

Reuter S, Gupta SC, Chaturvedi MM, Aggarwal BB (2011): Oxidative stress, inflammation, and cancer: How are they linked? *Free Radical Biology & Medicine* 2011;49(11):1603-1616. doi: 10.1016 [ElektrosmogReport 2-2020](#)

S

Singh KV, Gautam R, Meena R, Nirala JP, Jha SK, Rajamani P (2020): Effect of mobile phone radiation on oxidative stress, inflammatory response, and contextual fear memory in Wistar rat, *Environmental Science and Pollution Research.* 2020. doi: 10.1007/s11356-020-07916-z [ElektrosmogReport 2-2020](#)

Stein Y, Udassin IG (2020): Electromagnetic hypersensitivity (EHS, microwave syndrome) – Review of Mechanisms. *Environmental Research*, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109445> [ElektrosmogReport 2-2020](#)

Surducan V, Surducan E, Neamtu C, Mot AC, Ciorita A (2020): Effects of Long-Term Exposure to Low-Power 915 MHz Unmodulated Radiation of *Phaseolus vulgaris* L. *Bioelectromagnetics* 41 (3), 200–212 [ElektrosmogReport 2-2020](#)

T

Tohidi FZ, Sadr-Nabavi A, Haghiri H, Fardid R, Rafatpanah H, Azimian H, Bahreyni-Toossi MH (2020): Long-term exposure to electromagnetic radiation from mobile phones can cause considerable changes in the balance of Bax/Bcl2 mRNA expression in the hippocampus of mice. *Electromagnetic Biology and Medicine*, DOI: 10.1080/15368378.2020.1830793 [ElektrosmogReport 3/4-2020](#)

W

Wilén J, Olsrud J, Frankel J, Hansson Mild K (2020): Valid Exposure Protocols Needed in Magnetic Resonance Imaging Genotoxic Research. *Bioelectromagnetics* 41 (3), 247–257 [ElektrosmogReport 2-2020](#)

Y

Yang H, Zhang Y, Wang Z, Zhong S, Hu G, Zuo W. (2020): The Effects of Mobile Phone Radiofrequency Radiation on Cochlear Stria Marginal Cells in Sprague–Dawley Rats. *Bioelectromagnetics*, DOI: 10.1002/bem.22255 [ElektrosmogReport 3/4-2020](#)