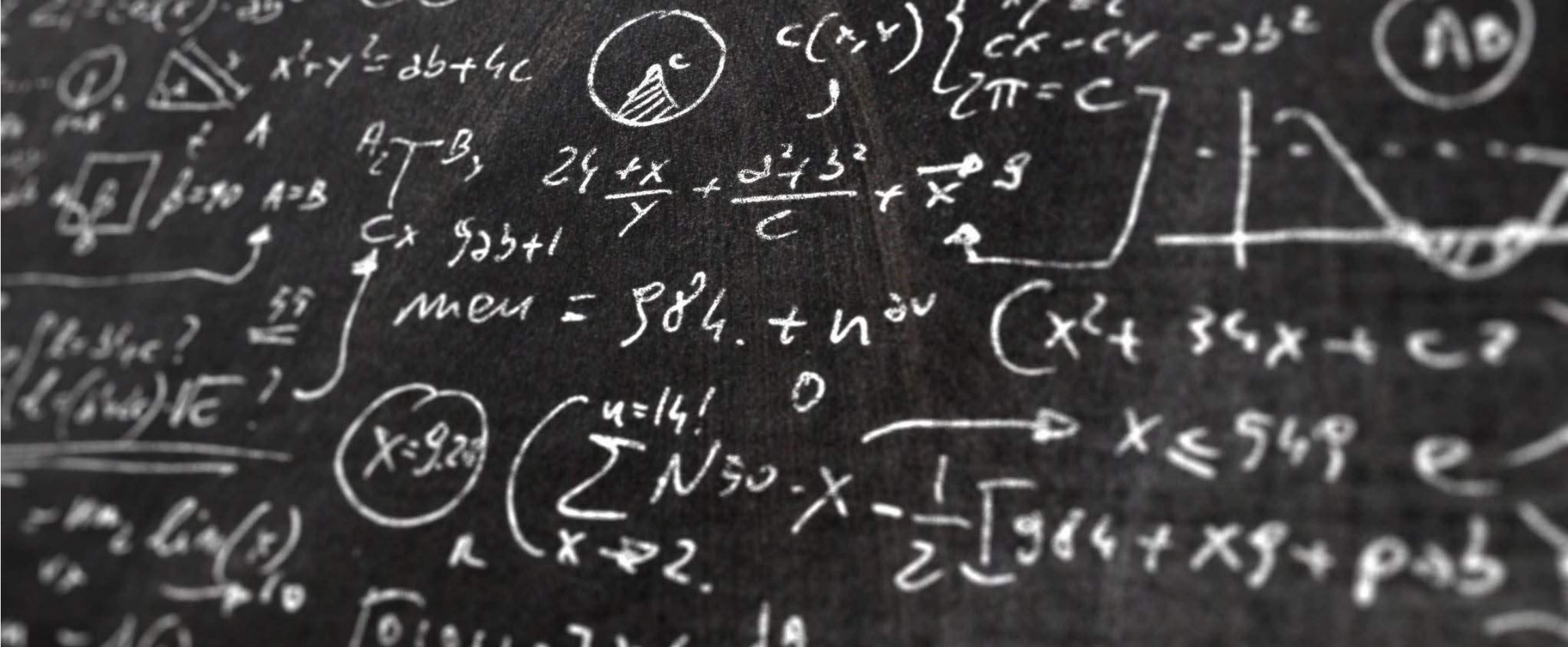


# Studienboard

## Erkenntnisstudien zur biologischen Wirkung von künstlichen elektromagnetischen Feldern und Strahlung

©Tilo Rößler



# Inhaltsverzeichnis

- Martin L. Pall: WLAN ist eine wesentliche Bedrohung für die menschliche Gesundheit. S. 6
- Kostoff RN, Heroux P, Aschner M, Tsatsakis A.: Nachteilige gesundheitliche Wirkungen der 5G-Mobilfunktechnologie unter realen Bedingungen. S. 7
- Meo SA, Alsubaie Y, Almubarak Z, Almutawa H, AlQasem Y, Hasanato RM: Zusammenhang zwischen der Strahlung von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern von Mobilfunk-Basisstationen und Glyko-Hämoglobin (HbA1c) sowie dem Risiko für Diabetes mellitus Typ 2. S. 8
- Shahin S, Banerjee S, Singh SP, Chaturvedi CM: 2,45-GHz-Strahlung verschlechtert Lernen und räumliches Gedächtnis über die durch oxidativen/nitrosativen Stress induzierte p53- abhängige/unabhängige Apoptose im Hippocampus. S. 9
- Sirav B , Seyhan N.: Wirkung von GSM-modulierter elektromagnetischer Strahlung auf die Durchlässigkeit der Blut-Hirn-Schranke in männlichen und weiblichen Ratten. S. 10
- Mosgöller W, Knasmüller S, Kundi M.: ATHEM-2 –Untersuchung athermischer Wirkungen elektromagnetischer Felder im Mobilfunkbereich. S. 11
- Deshmukh PS, Megha K, Nasare N, Banerjee BD, Ahmed RS, Abegaonkar MP, Tripathi AK, Mediratta PK.: Wirkung von subchronischer Mikrowellenstrahlung niedriger Intensität auf das Rattenhirn. S. 12

# Inhaltsverzeichnis

- Paknahad M, Mortazavi SMJ, Shahidi S, Mortazavi G, Haghani M (2016): Effect of radio frequency radiation from Wi-Fi devices on mercury release from amalgam restorations. S. 13
- Rosa Ana Sueiro-Benavidesa, Jose Manuel Leiro-Vidala, Aarón Ángel Salas-Sánchez, Antonio Rodríguez-González, Francisco J. Ares-Penab, Elena López-Martín: Hochfrequenz bei 2,45 GHz erhöht die Toxizität, die proinflammatorische und präapoptotische Aktivität, die durch Kohlenstoffpartikel in der RAW 264.7 Makrophagen-Zelllinie verursacht wird – Teil 1 und Teil 2 S. 14-15
- Gulati S., Kosik P., Durdik M., Skorvaga M., Jakl L., Markova E., Belyaev I.: Auswirkungen verschiedener UMTS-Signale von Mobiltelefonen auf DNA, Apoptose und oxidativen Stress in menschlichen Lymphozyten – Teil 1 und Teil 2 S. 16-17
- Choi J., Min K., Jeon S., Kim N., Pack JK, Song K.: Kontinuierliche Belastung mit elektromagnetischen 1,7 GHz LTE-Feldern erhöht intrazelluläre reaktive Sauerstoffspezies, was zu verringerter Zellteilung menschlicher Zellen führt und Seneszens induziert –Teil 1 und Teil 2 S. 18-19
- H.Lai: Review - Genetische Wirkungen von nicht-ionisierenden elektromagnetischen Feldern. S.20
- Johansson O.: Elektromagnetische Felder können über die Calcineurin-Inhibierung zur Immunsuppression führen und dadurch das Risiko für opportunistische Infektion erhöhen. S. 21

# Inhaltsverzeichnis

- Kim JH, Chung KH, Hwang YR, Park HR, Kim HJ, Kim HG, Kim HR.: HF-EMF-Belastung verändert die postsynaptische Struktur und behindert das Wachstum von Neuriten in sich entwickelnden Hippocampus-Neuronen von neugeborenen Mäusen. S. 22
- Othman H, López-Furelos A, Leiro-Vidal JM, Ammari M, Sakly M, Abdelmelek H, Salas-Sánchez AÁ, Ares-Pena F, López-Martín E.: Die Exposition bei 2,45 GHz-Strahlung (WLAN) löst Veränderungen bei HSP-70, Glucocorticoid-Rezeptoren und GFAP-Biomarkern im Ratten-Gehirn aus. S. 23
- Seomun G, Lee J, Park J.: Exposition bei niederfrequenten Magnetfeldern und Krebs im Kindesalter: Ein systematischer Review und Meta-Analyse. S. 24
- Shih YW, O'Brien AP, Hung CS, Chen KH, Hou WH, Tsai HT.: Die Exposition gegenüber hochfrequenter Strahlung erhöht das Brustkrebs-Risiko: Ein systematischer Review und Meta-Analyse. S. 25
- Panagopoulos DJ.: Chromosomenschädigung in menschlichen Zellen durch UMTS-Mobilfunkstrahlung. S. 26
- Rodrigues NCP, Dode AC, de Noronha Andrade MK, O'Dwyer G, Monteiro DLM, Reis INC, Rodrigues RP, Frossard VC, Lino VTS.: Die Wirkung einer kontinuierlich schwachen Exposition bei elektromagnetischen Feldern von Mobilfunk-Basisstationen (MBS) auf die Krebs-Sterblichkeit in Brasilien. S. 27

# Inhaltsverzeichnis

- Masoumi A, Karbalaei N, Mortazavi SMJ, Shabani M.: 2,4-GHz-Strahlung von WLAN verursacht schlechte Insulinsekretion und steigert den oxidativen Stress in den Inselzellen der Bauchspeicheldrüse von Ratten. S. 28
- Georgiou CD, Margaritis LH: Oxidativer Stress und NADPH-Oxidase: Die Verbindung zwischen elektromagnetischen Feldern, Kationen-Kanälen und biologischen Wirkungen. S. 29
- Panagopoulos DJ, Karabarbounis A, Yakymenko I, Chrousos GP: Review - Vom Menschen verursachte elektromagnetische Felder: Störungen der Ionen-Oszillation und der spannungsabhängigen Ionenkanäle, oxidativer Stress und DNA-Schäden. S. 30
- Dr Fiorella Belpoggi, BSC, PhD, International Academy of Toxicologic Pathology Fellow (IATPF), Ramazzini Institute, Bologna (Italy) at the request of the Panel for the Future of Science and Technology (STOA) and managed by the Scientific Foresight Unit, within the Directorate-General for Parliamentary Research Services (EPRS) of the Secretariat of the European Parliament: Health Impact of 5G. Current state of knowledge of 5G-related carcinogenic and reproductive/developmental hazards as they emerge from epidemiological studies and in vivo experimental studies. July 2021 S. 31 - 32

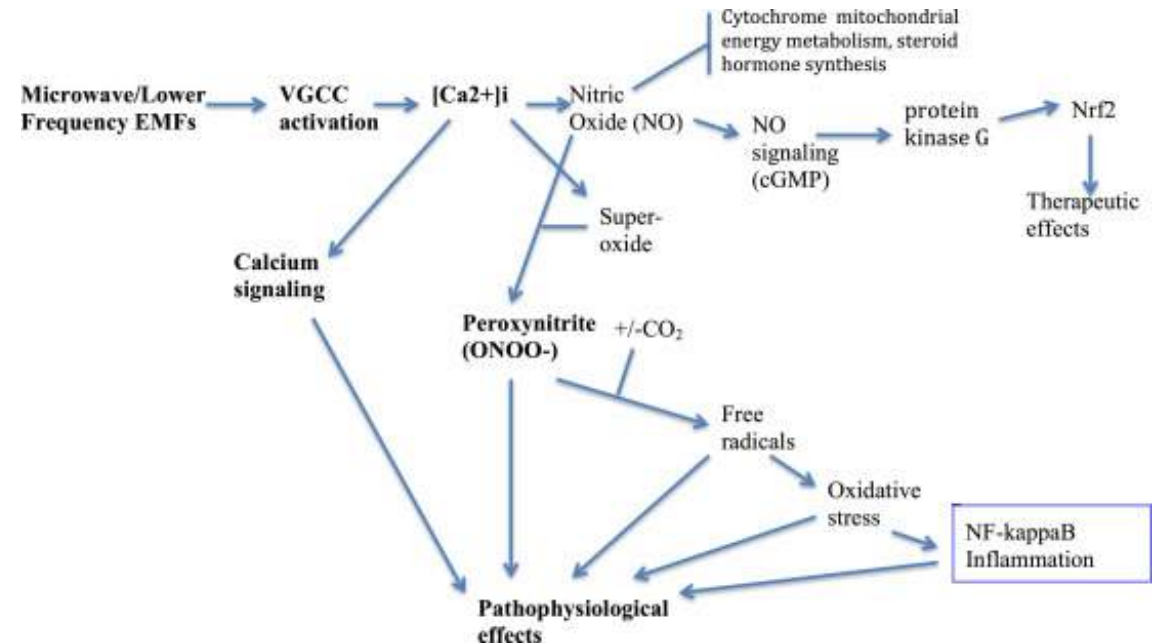
# Studie - WLAN

**WLAN ist eine wesentliche Bedrohung für die menschliche Gesundheit**

Martin L. Pall

<https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.01.035>,

Bekannte WLAN-Effekte umfassen Apoptose und die Entstehung von oxidativem Stress, Hoden- und Spermastörungen, DNA-Veränderungen; Hormonveränderungen;  $\text{Ca}^{2+}$ -Anstieg in der Zelle; WLAN wirkt über spannungsgesteuerte Kalziumkanalaktivierung



# Wissenschaftliche Einschätzung zur Studienlage zu 5G

## **Nachteilige gesundheitliche Wirkungen der 5G-Mobilfunktechnologie unter realen Bedingungen**

Kostoff RN, Heroux P, Aschner M, Tsatsakis A.  
Research Affiliate, School of Public Policy, Georgia  
Institute of Technology, Georgia. International  
Veröffentlicht in: Toxicol Lett. 2020 May 1;323:35-40

Die Autoren kommen zu der Erkenntnis, dass die meisten Laborexperimente bis heute nicht den Zweck hatten, schädliche Wirkungen von Strahlung festzustellen, welche die realen Bedingungen der Mobilfunktechnik im Alltag widerspiegeln.

Weder wurde die derzeit verbreitete Mobilfunktechnik 4G noch wird die folgende 5. Generation vor Einführung auf gesundheitsschädliche Wirkung unter den Bedingungen des normalen Lebens überprüft. Vielmehr zeigen viele Studien schädliche Wirkungen, die in eher harmloser Umgebung durchgeführt wurden.

Hochfrequenzstrahlung soll für eine bessere Kommunikation sorgen. Es existieren Erkenntnisse aus Laborexperimenten und epidemiologischen Studien, die belegen, dass frühere und derzeitige Generationen von drahtloser Netzwerktechnik signifikante schädliche Gesundheitsauswirkungen haben. Wenn reale Bedingungen betrachtet werden wie zusätzliche Signale zu den Trägerfrequenzen oder giftige Stoffe, steigen die schädlichen Wirkungen beträchtlich an. Wird 5G zu den schon vorhandenen schädlichen Strahlungsverhältnisse hinzugefügt, verschlimmern sich die ohnehin schon vorhandenen Gesundheitsschädigungen.



# Studie – Zusammenhang zwischen Diabetes und Strahlung

---

Zusammenhang zwischen der Strahlung von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern von Mobilfunk-Basisstationen und Glyko-Hämoglobin (HbA1c) sowie dem Risiko für Diabetes mellitus Typ 2.

Mit dieser Studie konnte belegt werden, dass – gemessen in Grundschulen – ein Zusammenhang zwischen erhöhten Markern für die Entwicklung von Diabetes Typ 2 und der Befeldung mit künstlicher elektromagnetischer Strahlung, ausgehend von Mobilfunksendeanlagen, besteht.

---

Von: Meo SA, Alsubaie Y, Almubarak Z, Almutawa H, AlQasem Y, Hasanato RM; Erschienen in: Int J Environ Res Public Health 2015; 12 (11): 14519 – 14528

---



# Studie – WLAN-Strahlung

---

2,45-GHz-Strahlung verschlechtert Lernen und räumliches Gedächtnis über die durch oxidativen/nitrosativen Stress induzierte p53- abhängige/unabhängige Apoptose im Hippocampus

Die Studie wurde als Tierversuch durchgeführt. Die genutzte Frequenz bildet WLAN der 1. Generation ab.

---

Von: Shahin S, Banerjee S, Singh SP, Chaturvedi CM; Erschienen in: Toxicological Sciences 2015, 148 (2): 380–399

---

# Studie – Blut-Hirn-Schranke

---

Wirkung von GSM-modulierter elektromagnetischer Strahlung auf die Durchlässigkeit der Blut-Hirn-Schranke in männlichen und weiblichen Ratten.

---

Mittels dieser Studie konnte festgestellt werden, dass elektromagnetische Strahlung einen Einfluss auf die Durchlässigkeit der Blut-Hirn-Schranke hat.

---

Von: Sirav B , Seyhan N; Erschienen in: J. Chem. Neuroanat. (2016)

# Studie – ATHEM2

---

## **ATHEM-2 –Untersuchung athermischer Wirkungen elektromagnetischer Felder im Mobilfunkbereich**

---

Von: Mosgöller W, Knasmüller S, Kundi M.

---

Erschienen in: AUVA-Report 2016, Band 70 Athem-2

---

Die UMTS-Strahlung führt zu Verhaltensänderungen beim Menschen, bei den Tests ist die Reaktionszeit verkürzt, die Fehlerquote erhöht und das Erinnerungsvermögen beeinträchtigt. Bei empfindlichen Zellen entstehen durch UMTS-Strahlung auch Schäden an Zellen und an der DNA. Unter Stressbedingungen sind die Schädigungen durch die Strahlung erhöht.

# Studie

---

## **Wirkung von subchronischer Mikrowellenstrahlung niedriger Intensität auf das Rattenhirn**

---

Diese Arbeit ist die erste, die drei Frequenzen (900 MHz, 1800 MHz, 2450 MHz) über einen Zeitraum von 90 Tagen bei niedrigen Feldstärken auf Hirnleistung, HSP (Hitzeschockproteine) und DNA-Schädigung in vivo untersucht hat.

---

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass subchronisch einwirkende Strahlung von 900, 1800 und 2450 MHz geringer Intensität zu signifikant schädlichen Auswirkungen im Gehirn führen könnten, sichtbar an DNA-Schäden und erhöhten HSP70-Konzentrationen im Hippocampusgewebe von männlichen Ratten, was zu den verminderten Hirnleistungen führt.

---

Von: Deshmukh PS, Megha K, Nasare N, Banerjee BD, Ahmed RS, Abegaonkar MP, Tripathi AK, Mediratta PK.

---

Erschienen in: Biomed Environ Sci, 2016; 29 (12), 858–867

---

# Studie – WLAN und Quecksilber

## **WLAN entlässt mehr Quecksilber aus Zahnfüllungen**

Der weltweit zunehmende Einsatz von WLAN, auch an Schulen und öffentlichen Plätzen ließ die Frage aufkommen, ob gesundheitliche Probleme auftreten können. Amalgamfüllungen in Zähnen enthalten viel Quecksilber.

Diese Arbeit ist die erste, die die Wirkung der 2,4-GHz-Strahlung auf die Quecksilberabgabe aus Amalgam im Speichel untersuchte und bestätigt.

Von: Paknahad M, Mortazavi SMJ, Shahidi S, Mortazavi G, Haghani M (2016): Effect of radio frequency radiation from Wi-Fi devices on mercury release from amalgam restorations.

Erschienen in: Journal of Environmental Health Science and Engineering 14, Artikel 12, 6 Seiten

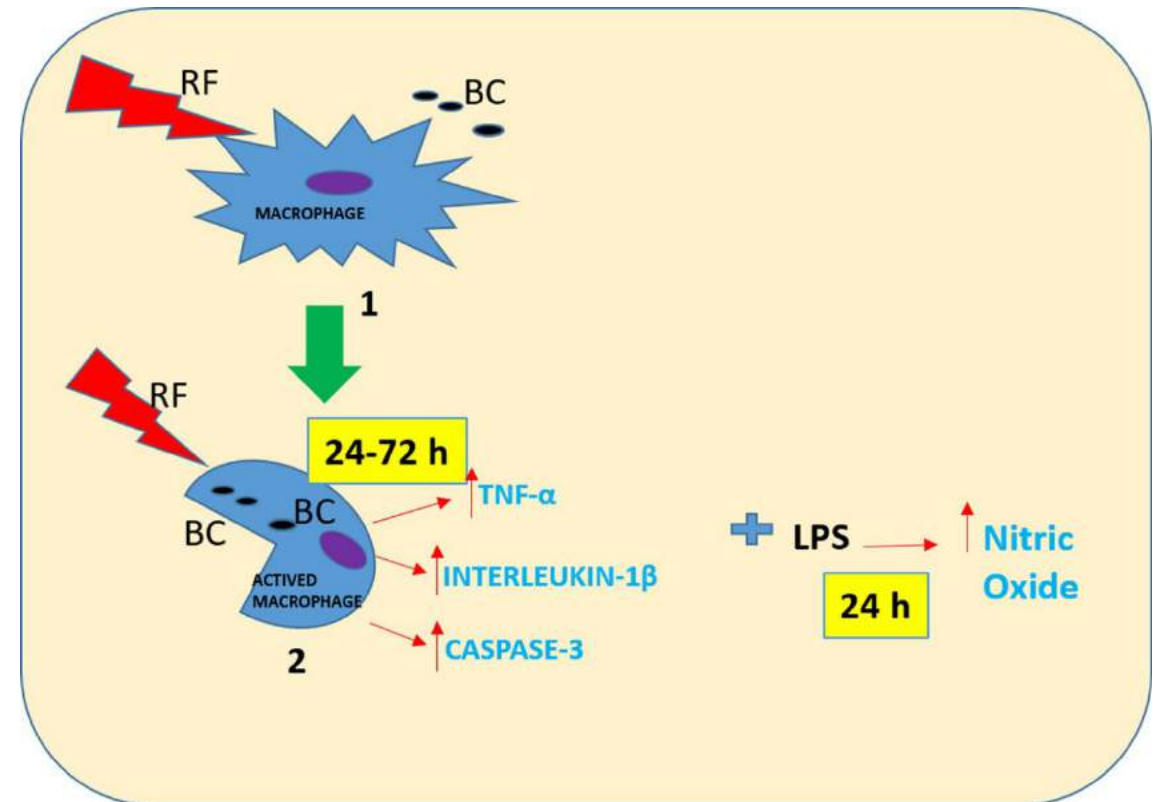
# Studie - Hochfrequenz bei 2,45 GHz erhöht die Toxizität, die proinflammatorische und präapoptotische Aktivität, die durch Kohlenstoffpartikel in der RAW 264.7 Makrophagen-Zelllinie verursacht wird – Teil 1

Autoren: Rosa Ana Sueiro-Benavidesa, Jose Manuel Leiro-Vidala, Aarón Ángel Salas-Sánchez, Antonio Rodríguez-González, Francisco J. Ares-Penab, Elena López-Martín

Publiziert:

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142681>

Die Autoren untersuchten eine Makrophagenzelllinie, welche kombiniert mit Kohlenstoffpartikeln sowie 2,45 GHz Mobilfunkstrahlung (WLAN) belastet wurde.



## **Studie - Hochfrequenz bei 2,45 GHz erhöht die Toxizität, die pro-inflammatorische und präapoptotische Aktivität, die durch Kohlenstoffpartikel in der RAW 264.7 Makrophagen-Zelllinie verursacht wird – Teil 2**

Nach 24 h Bestrahlung und der Belastung mit 150 µg/ml Kohlenstoff, zeigte sich eine signifikante Verminderung der Überlebensfähigkeit bei der Kohlenstoff beeinflussten Gruppe ( $67 \pm 3,7$  %) sowie der kombinierten Gruppe ( $37 \pm 2$  %).

Nach 72 h Bestrahlung war bei allen Gruppen die Überlebensfähigkeit im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant verringert.

Zudem wurde eine verlängerte Phagozytose sowie eine verstärkte Entzündungsreaktion der Makrophagen gemessen, was auf eine negative Interaktion von Mobilfunkstrahlung und Kohlenstoffpartikeln hindeutet. Diese Ergebnisse sind im Kontext zu Feinstaubbelastungen von wesentlicher Bedeutung.



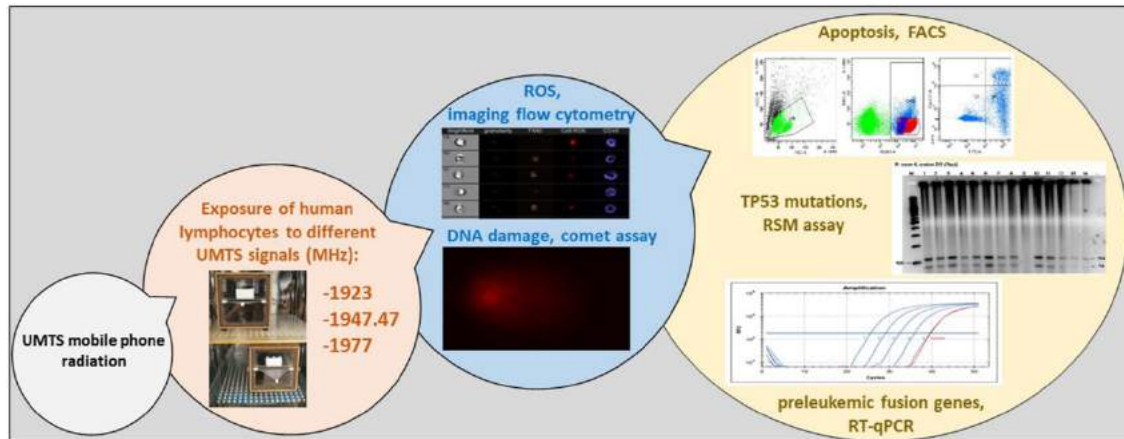
# **Studie - Auswirkungen verschiedener UMTS-Signale von Mobiltelefonen auf DNA, Apoptose und oxidativen Stress in menschlichen Lymphozyten – Teil 1**

Autoren: Gulati S., Kosik P., Durdik M., Skorvaga M., Jakl L., Markova E., Belyaev I.

Publiziert: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115632>

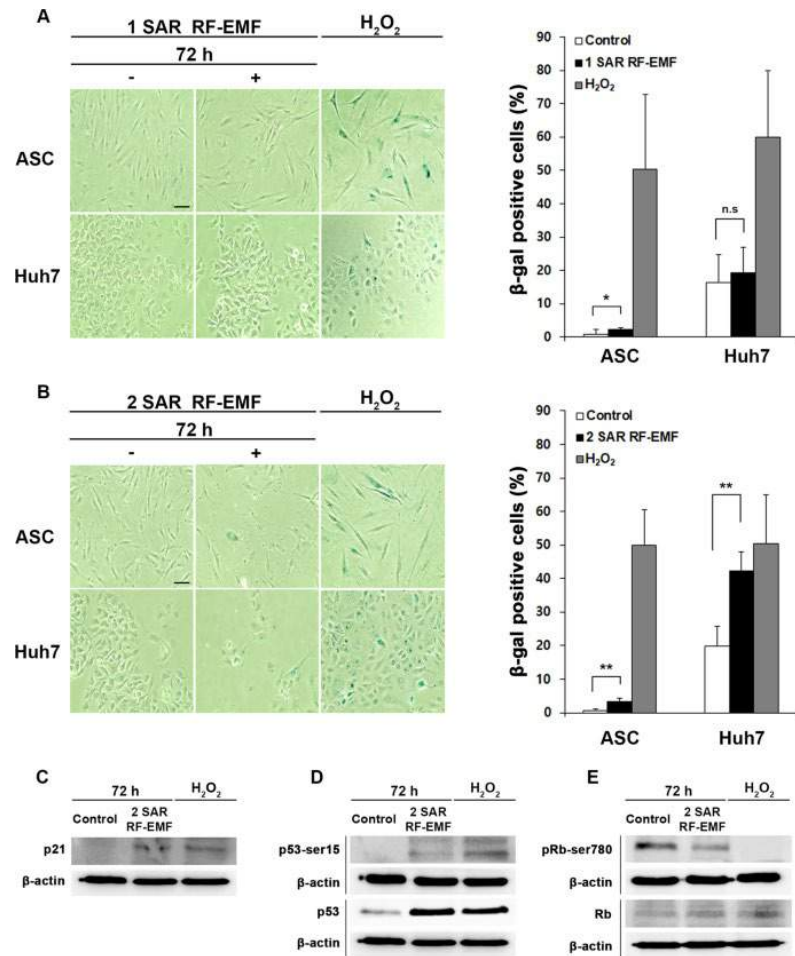
Die Studie wurde an menschlichen Lymphozyten in vitro durchgeführt. Ein Nokia 6650 mit 0,25 W diente als Strahlungsquelle. Es wurden drei UMTS Frequenzkanäle mit den mittleren Frequenzen von 1923, 1947,47 und 1977 MHz getestet. Bestrahlung sowie Scheinbestrahlung der Kontrollen wurde gleichzeitig über 1 und 3 Stunden durchgeführt. Der ermittelte SAR-Wert von 40 mW/kg lag dabei deutlich unter dem derzeit akzeptierten Wert von 2 W/kg. Die Bestrahlung führte nicht zu Temperaturerhöhung der Proben.

# Studie - Auswirkungen verschiedener UMTS-Signale von Mobiltelefonen auf DNA, Apoptose und oxidativen Stress in menschlichen Lymphozyten – Teil 2



Es wurden bei dem höchsten UMTS-Frequenzband von 1977 MHz eine statistisch signifikante Erhöhung von DNA-Schäden gefunden. Diese vermehrten DNA-Schäden waren nicht zeitabhängig (kein Unterschied zwischen 1 h und 3 h Bestrahlung). Die anderen beiden Frequenzbänder 1923 und 1947,47 MHz erzielten keine statistisch signifikante Erhöhung der DNA-Schäden. Dies könnte darauf hinweisen, dass die beobachtete Mobilfunkwirkung frequenzabhängig ist. Dies ist der erste Bericht, der darauf hinweist, dass nicht-thermische Mobilfunkauswirkungen die Gesamt-RNA Bildung beeinflussen kann.

# Studie - Kontinuierliche Belastung mit elektromagnetischen 1,7 GHz LTE-Feldern erhöht intrazelluläre reaktive Sauerstoffspezies, was zu verringerter Zellteilung menschlicher Zellen führt und Seneszens induziert –Teil 1

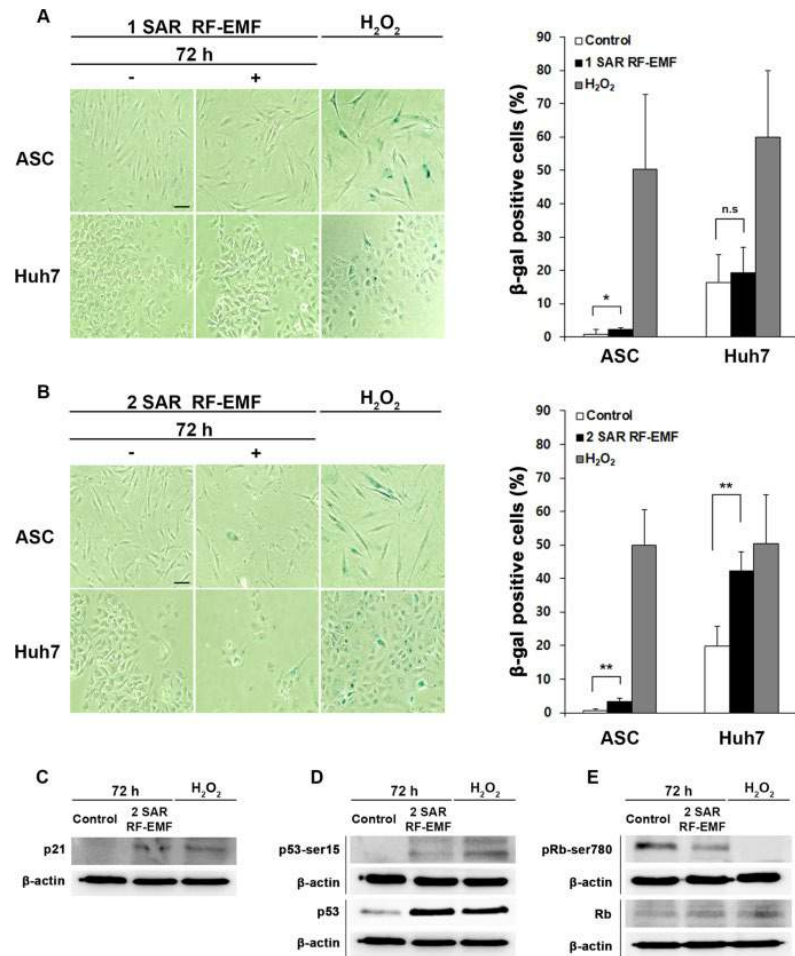


Autoren: Choi J., Min K., Jeon S., Kim N., Pack JK, Song K.

Publiziert: doi:10.1038/s41598-020-65732-4

In der Studie werden die **nicht-thermischen** Wirkungen von 1,7 GHz LTE-Strahlung auf das Wachstum verschiedener menschlicher Zellen in vitro untersucht. Zu diesen Zellen gehören Mesenchymale Stammzellen aus Fettgewebe (ASC), Leberkrebs-Stammzellen (CSC), den Leberkrebs- Zelllinien Huh7 und Hep3B, der Neuroblastom-Zelllinie SH-SY5Y, der Gebärmutterkrebs- Zelllinie HeLa sowie den normalen Fibroblasten IMR-90.

# Studie - Kontinuierliche Belastung mit elektromagnetischen 1,7 GHz LTE-Feldern erhöht intrazelluläre reaktive Sauerstoffspezies, was zu verringerter Zellteilung menschlicher Zellen führt und Seneszens induziert – Teil 2



Die Studie ergab, dass die kontinuierliche Belastung mit 1,7 GHz LTE-Hochfrequenz über 72h bei einem SAR1 = 1 W/kg und einem SAR2 = 2 W/kg zu einer Verminderung der Zellteilung in allen untersuchten Zelltypen führte. Dabei war der Zellursprung (Gewebetyp, normale Zelle, Krebszelle) nicht von Bedeutung. Der SAR-Wert stand hierbei in direktem Zusammenhang zu der Ausprägung der verminderten Zellteilung. Des Weiteren konnte demonstriert werden, dass die verminderte Zellteilung durch eine ROS-induzierte Zellseneszens verursacht wurde, nicht etwa durch DNA-Schäden oder Apoptose. Laut den Autoren sei es bemerkenswert, dass die signifikante ROS-Bildung in den Mitochondrien der Zellen nachgewiesen werden konnte, was darauf hindeutet, dass Hochfrequenzbelastung die Effizienz des Elektronentransportsystems der Mitochondrien negativ beeinflussen kann.

# Review - Genetische Wirkungen von nicht-ionisierenden elektromagnetischen Feldern – ein Review von H.Lai vom 08.02.2021

1. Zellen mit aktivem Stoffwechsel sind empfindlicher gegenüber EMF-Wirkung mit Anstieg der Produktion von freien Radikalen in den Mitochondrien.
  2. Zellen mit höherer antioxidativer Aktivität sind weniger empfindlich.
  3. Elemente wie Eisen könnten über die Fenton-Reaktion\* eine Rolle spielen (Hirnzellen sind empfindlicher, sie haben einen relativ hohen Gehalt an freiem Eisen, eingelagert in DNA-Moleküle).
  4. Der Zellzyklus wird häufig durch EMFs angehalten, das könnte eine Reaktion der DNA-Reparatur sein nach Schädigung durch EMFs. Wenn nicht repariert werden kann, tritt Zelltod ein, meistens durch Apoptose, die häufig nach EMF-Schädigung abläuft.
  5. Wenn genetisch geschädigte Zellen überleben, kann Krebs entstehen; wenn sie absterben, ist die Krebsgefahr reduziert. Aber es können andere Schäden auftreten, z. B. kann der Tod von Hirnzellen nach Feldeinwirkung zu neurodegenerativen Erkrankungen führen (Alzheimer, Parkinson, Amyotrophe Lateralsklerose, Demenz und Funktionsstörungen der Muskulatur).
- \* durch Eisensalze katalysierte Oxidation organischer Substrate mit Wasserstoffperoxid in saurem Medium



## Studie - Elektromagnetische Felder können über die Calcineurin-Inhibition zur Immunsuppression führen und dadurch das Risiko für opportunistische Infektion erhöhen

Johansson O.

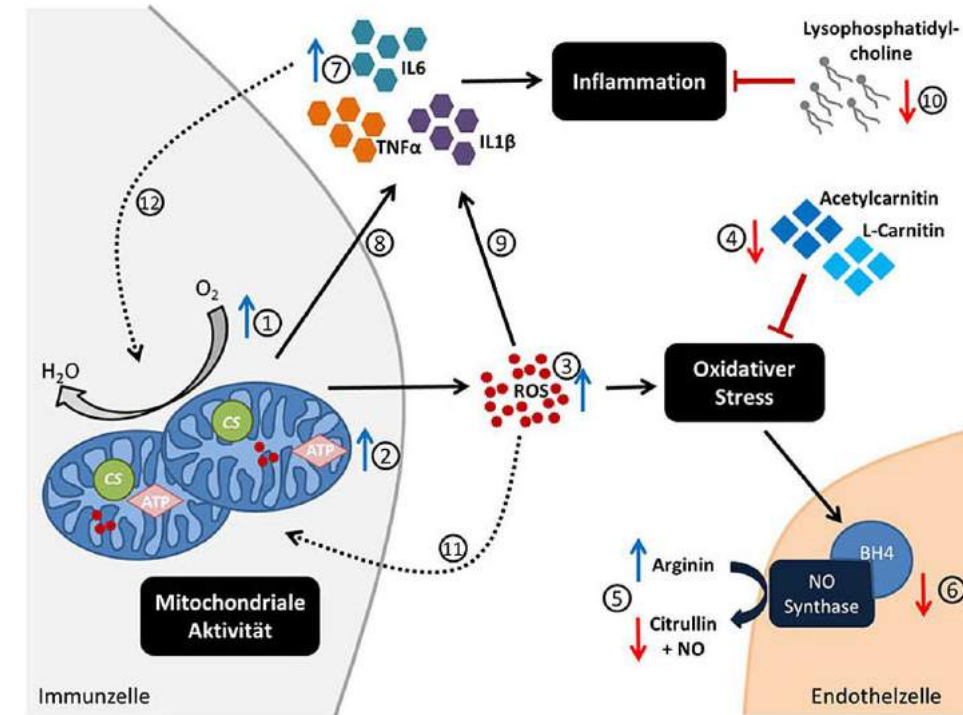
Doyon Independent Research, 1428 7th Ave., Santa Cruz, CA 95062, United States

Veröffentlicht in:

Med Hypotheses 2017; 106: 71-87

Ein möglicher Weg, wie elektromagnetische Felder das Immunsystem beeinflussen könnten, wäre über  $\text{Ca}^{2+}$ -Signalkaskaden und das Enzym Calcineurin. Bei Calcineurin handelt es sich um eine Serin-Threonin-Phosphatase, die in einer Reihe von Geweben mit lebenswichtigen Funktionen wie z.B. Nerven, Herz, Skelett und Muskel vorkommt. Calcineurin spielt eine zentrale Rolle bei der Immunantwort und ist bei einer Vielzahl von Signalwegen beteiligt, die mit der zellulären Entwicklung zusammenhängen. Bezüglich des Immunsystems ist Calcineurin entscheidend an der Aktivierung, Zellteilung und Differenzierung von T-Lymphozyten beteiligt.

Diverse Studien zeigen, dass bereits niederfrequente elektromagnetische Felder einen  $\text{Ca}^{2+}$ -Einstrom, durch die Öffnung von spannungsabhängigen Kalziumkanälen verursachen können. Es ist bekannt, dass die Aktivierung von T-Lymphozyten unter anderem mit einem Zustrom von  $\text{Ca}^{2+}$  verknüpft ist. Ein übermäßiger, pathologischer Einstrom von  $\text{Ca}^{2+}$  könnte jedoch zu der übermäßigen Produktion von ROS führen, welche wiederum Calcineurin hemmen und so die Immunantwort abschwächen.



# **Studie - HF-EMF-Belastung verändert die postsynaptische Struktur und behindert das Wachstum von Neuriten in sich entwickelnden Hippocampus-Neuronen von neugeborenen Mäusen**

Kim JH\*, Chung KH, Hwang YR, Park HR, Kim HJ, Kim HG, Kim HR.

\* Department of Pharmacology, College of Medicine, Dankook University, Cheonan 31116.

Südkorea

Veröffentlicht in: Int J Mol Sci 2021; 22 (10): 5340, doi:10.3390/ijms22105340

Die Ergebnisse dieser Studie weisen darauf hin, dass eine Hochfrequenzbelastung während der frühen Hirnentwicklung nach der Geburt die synaptische Dichte und die funktionelle Synapsenbildung im Hippocampus verringern kann.

Diese Ereignisse können zu einer Beeinträchtigung der Gedächtnisfunktion führen. Die Daten weisen darauf hin, dass die Hochfrequenzbelastung die Entwicklung der Synapsenbildung im jungen Gehirn hemmen und die physiologische Funktion beeinträchtigen könne.



## **Studie - Die Exposition bei 2,45 GHz-Strahlung (WLAN) löst Veränderungen bei HSP-70, Glucocorticoid-Rezeptoren und GFAP-Biomarkern im Ratten-Gehirn aus**

Othman H\*, López-Furelos A, Leiro-Vidal JM, Ammari M, Sakly M, Abdelmelek H, Salas-Sánchez AÁ, Ares-Pena F, López-Martín E.

\* Laboratory of Integrative Physiology, Faculty of Sciences of Bizerte, University of Carthage, 7021 Jarzouna, Tunisia.

Spanien

Veröffentlicht in: Int J Mol Sci 2021; 22 (10): 5103, doi:10.3390/ijms22105103

Die Autoren der Studie ziehen den Schluss, dass eine wiederholte Belastung mit 2,45 GHz (WLAN) eine Dysregulation von HSP-70 (Hitzeschockproteine) und GCR (Glucocorticoidrezeptoren) verursache. Diese löse einen Stresszustand aus, der eine entzündungshemmende Reaktion verringern könne, ohne die Gliazellteilung zu begünstigen. Es sind weitere Studien notwendig.

# Meta-Studie - Exposition bei niederfrequenten Magnetfeldern und Krebs im Kindesalter: Ein systematischer Review und Meta-Analyse

Seomun G\*, Lee J, Park J.

\* College of Nursing, Korea University, BK21FOUR R&E Center for Learning Health Systems, Korea University, Seoul. Südkorea

Veröffentlicht in: PLoS One 2021; 16 (5): e0251628, doi:10.1371/journal.pone.0251628

Die Meta-Studie untersuchte den Zusammenhang zwischen Krebs bei Kindern und niederfrequenten Magnetfeldern unter Beteiligung von mehr als 85000 krebskranken Kindern in 15 Ländern (Leukämie, Lymphome und Hirntumore). Die Analyse mit mehr als 36000 Kindern mit diagnostizierter Kinderleukämie ergab, dass es einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Magnetfeldern und Kinderleukämie gibt. Zudem gibt es eine Dosis-Wirkungs-Beziehung aussagt. Aussage: Das Krebsrisiko durch niederfrequente Magnetfelder, die als möglicherweise Krebs erregend beim Menschen eingestuft wurden, wird festgestellt. Für Kinderleukämie ergab diese Studie ein höheres Risiko als bisher bekannt war.

# Meta-Studie - Die Exposition gegenüber hochfrequenter Strahlung erhöht das Brustkrebs-Risiko: Ein systematischer Review und Meta-Analyse

Shih YW\*, O'Brien AP, Hung CS, Chen KH, Hou WH, Tsai HT.

\* School of Nursing, College of Nursing, Taipei Medical University, Taipei 11031.

Taiwan (Republik China)

Veröffentlicht in: <https://www.spandidos-publications.com/10.3892/etm.2020.9455>, doi:10.3892/etm.2020.9455

Der Zusammenhang zwischen Belastung mit HF-Strahlung und Brustkrebsrisiko war statistisch signifikant. Die Analyse bringt Hinweise auf ein statistisch signifikant erhöhtes Brustkrebsrisiko durch Belastung mit Hochfrequenzstrahlung. Dies treffe insbesondere auf Frauen über 50 zu, welche elektronische Geräte wie Computer oder Mobiltelefone verwenden. Als möglichen Mechanismus, wie HF-Befeldung das Brustkrebsrisiko erhöhen könnte, geben die Autoren die Bildung von reaktiven Sauerstoffspezies an.

# Studie - Chromosomenschädigung in menschlichen Zellen durch UMTS-Mobilfunkstrahlung

Panagopoulos DJ.

\* National Center for Scientific Research “Demokritos”, Athens.

Griechenland

Veröffentlicht in: Gen. Physiol. Biophys. (2019), 38, 445–454, doi:10.4149/gpb\_2019032

Die in dieser Studie nachgewiesenen Chromosomenschäden sind (wahrscheinlich) auf DNA-Schäden, verursacht durch Mobilfunkstrahlung, zurückzuführen. Diese DNA-Schäden konnten nicht durch zelluläre Mechanismen repariert werden und weisen auf die genschädigende/bioaktive Wirkung von Mobilfunkstrahlung hin. Es konnte nachgewiesen werden, dass thermische Effekte keine Rolle spielen.

# **Meta-Studie - Die Wirkung einer kontinuierlich schwachen Exposition bei elektromagnetischen Feldern von Mobilfunk-Basisstationen (MBS) auf die Krebs-Sterblichkeit in Brasilien**

Rodrigues NCP\*, Dode AC, de Noronha Andrade MK, O'Dwyer G, Monteiro DLM, Reis INC, Rodrigues RP, Frossard VC, Lino VTS.

\* Sérgio Arouca National School of Public Health, Oswaldo Cruz Foundation, Rio de Janeiro 21041-210.  
Brasilien

Veröffentlicht in: Int J Environ Res Public Health 2021; 18 (3): 1229, doi:10.3390/ijerph18031229

Die Autoren der Studie verweisen darauf, dass die elektromagnetische Umweltverschmutzung immer noch zunimmt, und das Positionieren von Basisstationen gesetzlich kontrovers diskutiert wird. Mehrere epidemiologische Studien legen einen Zusammenhang zwischen Krebsrisiko und Nähe zu MBS nahe.

# **Studie - 2,4-GHz-Strahlung von WLAN verursacht schlechte Insulinsekretion und steigert den oxidativen Stress in den Inselzellen der Bauchspeicheldrüse von Ratten**

Masoumi A\*, Karbalaei N, Mortazavi SMJ, Shabani M.

\* Department of Physiology, Faculty of Medicine, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz.

Iran

Veröffentlicht in: International Journal of Radiation Biology, doi:10.1080/09553002.2018.1490039

Diese Studie zeigt, dass 2,4-GHz-WLAN-Strahlung zu geringerer Gewichtszunahme der Ratten, Beeinträchtigung der Glucosetoleranz und der Insulinsekretion, zu hohem Blutzucker und schlechterer Insulinausschüttung führt. Außerdem entsteht gesteigerter oxidativer Stress in Bauchspeicheldrüse und Inselzellen.

# Studie - Oxidativer Stress und NADPH-Oxidase: Die Verbindung zwischen elektromagnetischen Feldern, Kationen-Kanälen und biologischen Wirkungen

Georgiou CD\*, Margaritis LH.

\* Department of Biology, Section of Genetics, Cell & Developmental Biology, University of Patras, 10679 Patras. Griechenland

Veröffentlicht in: Int J Mol Sci 2021; 22 (18): 10041, doi:10.3390/ijms221810041

Auf der Basis der Ergebnisse der Autoren gilt, dass EMF Mechanismen beeinflussen, die ROS-Bildung zur Folge haben, da durch diese Felder Membranen und spannungsabhängige Kationenkanäle in ihrer Funktion beeinträchtigt werden, was zu Stressaktivierung und vermehrter Expression von Hitzeschockproteinen führt. Das wird begleitet von Verhaltens- und physiologischen Veränderungen wie Durchlässigkeit der Blut-Hirn-Schranke, Gedächtnisschwäche, Änderungen der Genexpression, Autophagie, Apoptose, verkürzter Lebenserwartung, DNA-Schäden und Krebs.



# **Review - Vom Menschen verursachte elektromagnetische Felder: Störungen der Ionen-Oszillation und der spannungsabhängigen Ionenkanäle, oxidativer Stress und DNA-Schäden**

Panagopoulos DJ\*, Karabarbounis A, Yakymenko I, Chrousos GP.

\* Laboratory of Health Physics, Radiobiology and Cytogenetics, Institute of Nuclear and Radiological Sciences and Technology, Energy and Safety, National Center for Scientific Research 'Demokritos', Patr. Grigoriou E' and 27 Neapoleos Street, Agia Paraskevi, 15310 Athens, Griechenland

Veröffentlicht in: Int J Oncol 2021; 59 (5): 92, doi:10.3892/ijo.2021.5272

Wirken elektromagnetische Feldern (EMF), insbesondere im extrem niederfrequenten Bereich („extra low frequency“, ELF, z.B. 50-Hz-Netzstrom) und im Mikrowellen-/Funkfrequenzbereich, der immer mit ELF kombiniert ist, auf biologische Organismen ein, kann dies zu DNS-Schäden führen. DNS-Schäden werden mit Zelltod, Unfruchtbarkeit und anderen Krankheiten, einschließlich Krebs, in Verbindung gebracht. Die ELF-Belastung durch Hochspannungsleitungen und die komplexe HF-Belastung durch drahtlose Kommunikationsantennen/-geräte sind mit einem erhöhten Krebsrisiko verbunden.

# Dr Fiorella Belpoggi, BSC, PhD, International Academy of Toxicologic Pathology Fellow (IATPF), Ramazzini Institute, Bologna (Italy) at the request of the Panel for the Future of Science and Technology (STOA) and managed by the Scientific Foresight Unit, within the Directorate-General for Parliamentary Research Services (EPRS) of the Secretariat of the European Parliament: Health Impact of 5G. Current state of knowledge of 5G-related carcinogenic and reproductive/developmental hazards as they emerge from epidemiological studies and in vivo experimental studies. July 2021

STOA | Panel for the Future of Science and Technology

Health Impact of 5G

STOA | Panel for the Future of Science and Technology

Health Impact of 5G



## Gesundheitliche Auswirkungen von 5G

STUDY

Panel for the Future of Science and Technology

EPRS | European Parliamentary Research Service

Scientific Foresight Unit (STOA)

PE 690.012 – June

Deutsche Übersetzung, herausgegeben von diagnose:funk

## Gesundheitliche Auswirkungen von 5G

Aktueller Kenntnisstand über 5G-bedingte krebserregende und reproduktive/entwicklungsbezogene Gefahren, wie sie sich aus epidemiologischen Studien und experimentellen In-vivo-Studien ergeben

Die bevorstehende Einführung von 5G-Mobilfunknetzen wird deutlich schnellere mobile Breitbandgeschwindigkeiten und eine immer umfangreichere mobile Datennutzung ermöglichen. Zu den technischen Neuerungen gehören ein anderes Übertragungssystem (MIMO: Verwendung von Antennen mit mehreren Eingängen und Ausgängen), eine gerichtete Signalübertragung oder ein gerichteter Signalempfang (Beamforming) und die Nutzung anderer Frequenzbereiche. Gleichzeitig wird eine Veränderung der Belastung durch elektromagnetische Felder (EMF) für Mensch und Umwelt erwartet. Die auf EU-Ebene identifizierten 5G-Pionierbänder umfassen zusätzlich zu den bisher genutzten Frequenzen die Bereiche 700 MHz, 3,6 GHz (3,4 bis 3,8 GHz) und 26 GHz (24,25 bis 27,5 GHz). Die ersten beiden Frequenzen (FR1) ähneln denen, die für 2G- bis 4G-Technologien verwendet werden, und wurden sowohl in epidemiologischen als auch in experimentellen Studien auf verschiedene Endpunkte hin untersucht (einschließlich Karzinogenität und Auswirkungen auf die Fortpflanzung/Entwicklung), während 26 GHz (FR2) und höhere Frequenzen nicht ausreichend auf dieselben Endpunkte hin untersucht worden sind.

Die Internationale Agentur für Krebsforschung (IARC) stufte hochfrequente EMF als "möglicherweise krebserregend für den Menschen" (Gruppe 2B) ein und empfahl kürzlich eine Neubewertung der HF-Exposition "mit hoher Priorität" (IARC, 2019). Seit 2011 wurde eine Vielzahl von Studien durchgeführt, sowohl epidemiologische als auch experimentelle. Die vorliegende Übersichtsarbeit befasst sich mit den aktuellen Erkenntnissen über die karzinogenen und reproduktiven/entwicklungsbezogenen Gefahren von HF, wie sie von 5G genutzt werden. Es gibt verschiedene experimentelle und epidemiologische In-vivo-Studien zu HF im unteren Frequenzbereich (450 bis 6000 MHz), zu dem auch die in den zellulären Breitbandnetzen früherer Generationen verwendeten Frequenzen gehören, aber nur sehr wenige (und unzureichende) über den höheren Frequenzbereich (24 bis 100 GHz, Zentimeter/MMW).

Der Überblick zeigt: 1) Niedrigere 5G-Frequenzen (700 und 3 600 MHz): a) begrenzte Beweise für Karzinogenität in epidemiologischen Studien; b) ausreichende Beweise für Karzinogenität in experimentellen Bioassays; c) ausreichende Beweise für schädliche Auswirkungen auf die Fortpflanzung/Entwicklung beim Menschen; d) ausreichende Beweise für schädliche Auswirkungen auf die Fortpflanzung/Entwicklung bei Versuchstieren; 2) Höhere 5G-Frequenzen (24,25-27,5 GHz): die systematische Überprüfung ergab keine ausreichenden Studien, weder beim Menschen noch bei Versuchstieren. Schlussfolgerungen: 1) Krebs: FR1 (450 bis 6 000 MHz): EMF sind wahrscheinlich krebserregend für den Menschen, insbesondere in Bezug auf Glome und Akustikusneurinome; FR2 (24 bis 100 GHz): Es wurden keine angemessenen Studien zu den höheren Frequenzen durchgeführt; 2) Auswirkungen auf die reproduktive Entwicklung: FR1 (450 bis 6 000 MHz): Diese Frequenzen beeinträchtigen eindeutig die männliche und möglicherweise auch die weibliche Fruchtbarkeit; Sie können sich möglicherweise negativ auf die Entwicklung von Embryonen, Föten und Neugeborenen auswirken; FR2 (24 bis 100 GHz): Es wurden keine angemessenen Studien zu den nichtthermischen Auswirkungen der höheren Frequenzen durchgeführt.

## 6. Schlussfolgerungen

### 6.1 Telekommunikationsfrequenzen FR1 450 MHz - 6000 MHz

#### 6.1.1 Krebs beim Menschen

Es gibt nur begrenzte Beweise für die Karzinogenität hochfrequenter Strahlung beim Menschen. Seit 2011 wurden erneut positive Zusammenhänge zwischen der Exposition gegenüber hochfrequenter Strahlung von Mobiltelefonen und Gliomen und Akustikusneurinomen beobachtet, aber die Beweise sind noch nicht stark genug, um einen direkten Zusammenhang herzustellen.

#### 6.1.2 Krebs bei Versuchstieren

Es gibt ausreichende Beweise für die Karzinogenität von hochfrequenter Strahlung bei Versuchstieren.

#### 6.1.3 Auswirkungen auf die Fortpflanzung/Entwicklung beim Menschen

Es gibt ausreichende Hinweise auf schädliche Wirkungen auf die Fruchtbarkeit von Männern. Es gibt begrenzte Hinweise auf schädliche Wirkungen auf die Fruchtbarkeit von Frauen. Es gibt begrenzte Hinweise auf Auswirkungen auf die Entwicklung der Kinder von Müttern, die während der Schwangerschaft Mobiltelefone stark genutzt haben.

#### 6.1.4 Auswirkungen auf die Fortpflanzung/Entwicklung bei Versuchstieren

Es gibt ausreichende Hinweise auf schädliche Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit von männlichen Ratten und Mäusen. Es gibt begrenzte Hinweise auf schädliche Wirkungen auf die Fruchtbarkeit weiblicher Mäuse. Es gibt begrenzte Hinweise auf schädliche Wirkungen auf die Entwicklung der Nachkommen von Ratten und Mäusen, die während der Embryonalzeit exponiert wurden.

### 6.2 Telekommunikationsfrequenzen FR2: 24 bis 100 GHz

#### 6.2.1 Krebs beim Menschen

Die wenigen verfügbaren unzureichenden Daten lassen keine Bewertung zu.

#### 6.2.2 Krebs bei Versuchstieren

Keine Daten verfügbar.

#### 6.2.3 Reproduktions-/Entwicklungsstörungen beim Menschen

Keine Daten verfügbar.

#### 6.2.4 Reproduktions-/Entwicklungsstörungen bei Versuchstieren

Es liegen keine Daten vor.

## 6.3 Gesamtbewertung

### 6.3.1 Krebs

FR1 (450 bis 6000 MHz): Als Synthese dessen, was wir in der verfügbaren wissenschaftlichen Literatur, sowohl in Studien an Menschen als auch an Tieren, analysieren konnten, können wir sagen, dass die Exposition gegenüber HF-EMF bei FR1-Frequenzen wahrscheinlich Krebs und insbesondere Gliome und Akustikusneurinome beim Menschen verursacht.

FR2 (24 bis 100 GHz): Es wurden keine angemessenen Studien zu den nichtthermischen Wirkungen der höheren Frequenzen durchgeführt.

### 6.3.2 Auswirkungen auf die Reproduktion und Entwicklung

FR1 (450 bis 6000 MHz): Diese Frequenzen beeinträchtigen eindeutig die männliche Fruchtbarkeit. Diese Frequenzen beeinträchtigen möglicherweise die weibliche Fruchtbarkeit. Sie haben möglicherweise nachteilige Auswirkungen auf die Entwicklung von Embryonen, Föten und Neugeborenen.

FR2 (24 bis 100 GHz): Zu den nichtthermischen Wirkungen der höheren Frequenzen wurden keine ausreichenden Studien durchgeführt.