

Zusammenfassung und Bewertung ausgewählter Studien

Im Zeitraum Mitte Januar bis Ende April 2018 wurden 92 neue Publikationen identifiziert, von denen sieben von BERENIS vertieft diskutiert wurden. Vier davon wurden gemäss den Auswahlkriterien als besonders relevant und somit zur Bewertung ausgewählt und werden im Folgenden zusammengefasst. Dabei wird unter anderem eine Tierstudie aus Italien („Ramazzini-Studie“, Falcioni *et al.* 2018) im Zusammenhang mit einer bereits in [Newsletter 07/2016](#) teilweise diskutierten Tierstudie aus den USA („NTP-Studie“, NTP 2018a, 2018b, 2018c, 2018d, 2018e; Wyde *et al.* 2016, 2018a, 2018b) besprochen. **Eine detaillierte Besprechung der NTP- und der Ramazzini-Studie finden sich in einer separaten [Newsletter-Sonderausgabe \(November 2018\)](#).** Dieser Newsletter enthält eine Kurzzusammenfassung und die Bewertung von BERENIS.

1) Experimentelle Tier- und Zellstudien

Evaluierung von zwei neuen Krebsstudien mit Mäusen und Ratten bei lebenslanger hochfrequenter Exposition (Falcioni et al. 2018; NTP 2018a, 2018b, 2018c, 2018d, 2018e; Wyde et al. 2018a, 2018b)

In den vergangenen Monaten wurden die Ergebnisse von zwei umfassenden und gross angelegten Studien veröffentlicht. Beide Studien wurden mit Laborratten und -mäusen durchgeführt, um das krebserregende (karzinogene) Potential einer lebenslangen Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern (HF-EMF) bei freilaufenden Tieren in Käfigen zu untersuchen. Das Augenmerk der Studie des „U.S. National Toxicology Program“ (NTP) lag dabei auf Exposition durch Mobiltelefone (NTP 2018a, 2018b, 2018c, 2018d, 2018e; Wyde *et al.* 2018a, 2018b), während sich die Studie des Ramazzini-Instituts in Italien auf das Fernfeld von Quellen, also Exposition durch Mobilfunk-Basisstationen oder Mobiltelefone von Passanten konzentrierte (Falcioni *et al.* 2018). Im Folgenden werden diese Studien als "NTP-Studie" bzw. "Ramazzini-Studie" bezeichnet.

Die NTP- und die Ramazzini-Studie sind die bis anhin umfassendsten Tierstudien, die hinsichtlich Krebs und Exposition mit Signalen von Mobiltelefonen und Basisstationen durchgeführt wurden. Die wissenschaftliche Qualität und der Standard der Labortechniken sind insbesondere in der NTP-Studie hoch. Im Vergleich zu früher durchgeführten Studien mit Labortieren, die Karzinogenität oder Co-Karzinogenität evaluierten, sind diese Studien insofern neuartig, dass die Tiere in diesen beiden Studien für die Exposition nicht in enge Röhren gesteckt wurden, sondern freilaufend in ihren Käfigen exponiert waren. Dies reduzierte den durch die Beengtheit verursachten Stress, und ermöglichte längere Expositionen.

Die Resultate dieser zwei Tierexperimente sind von grosser wissenschaftlicher Relevanz und gesundheitspolitischer Bedeutung, weil gemäss der Einstufung der Internationalen Agentur für Krebsforschung (IARC) positive Ergebnisse aus Tierversuchen mit lebenslanger Exposition bei der Einstufung des Krebsrisikos eines Wirkstoffes bzw. einer Umweltnoxe ein sehr grosses Gewicht haben, nebst Daten aus epidemiologischen und mechanistischen Studien. Letztere führten aufgrund der beobachteten Hinweise für einen Zusammenhang zwischen Mobilfunknutzung und Gliomen sowie Akustikusneurinomen im Jahr 2011 zu einer IARC-Einstufung von Mobilfunkstrahlung als „möglicherweise krebserregend“ (Kategorie 2B). Die IARC stuft das Risiko, dass ein Wirkstoff bzw. eine Umweltnoxe beim Menschen Krebs auslöst, in fünf Kategorien ein, nämlich „unwahrscheinlich“ (Kategorie 4), „nicht klassifizierbar“ (3), „möglich“ (2B), „wahrscheinlich“ (2A) oder „nachgewiesen“ (1).

Beide neuen Tierstudien zeigten trotz methodischer Unterschiede relativ konsistente Ergebnisse bei Schwannomen und Gliomen, und zudem einen dosisabhängigen Trend in Bezug auf eine Zunahme der Karzinogenität dieser Tumoren. Die NTP-Studie verwendete hohe Gesamtkörperdosen (SAR – Spezifische Absorptionsraten) im Vergleich zu den von der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) empfohlenen Grenzwerten für Ganzkörperexposition. Für die Bevölkerung beträgt dieser 0.08 W/kg, wobei die Schweiz zusätzlich niedrigere Vorsorgegrenzwerte eingeführt hat. Es stellt sich also die Frage, wie übertragbar die Ergebnisse der NTP-Studie auf die tatsächliche Exposition in der Öffentlichkeit sind, wenn bei der Handynutzung nur Teile des Körpers so stark exponiert sind wie in der NTP-Studie das ganze Tier. Dazu lässt sich sagen, dass es erstens in der Toxikologie üblich ist, höhere Dosen zu untersuchen, um mögliche Gefahren eines Wirkstoffs zu bewerten. Zweitens wurde in der NTP-Studie ein Anstieg der Karzinogenität für GSM- und CDMA-Expositionsbedingungen gefunden. Da die Befunde für beide Expositionsarten ähnlich sind, deuten sie darauf hin, dass die Modulation der Signale weniger relevant ist. Drittens kann die Verwendung von Mobiltelefonen lokal SAR-Werte von bis zu 2 W/kg verursachen, gemittelt über einen Würfel mit 21 mm Seitenlänge in unmittelbarer Nähe des Telefons (z.B. am Ohr, den Wangen, der Hand, Positionen der Hosentaschen usw.). Daher sind die Ergebnisse der NTP-Studie vor allem für die Expositionssituation relevant, bei der ein Mobiltelefon körpernah verwendet wird. Die Ramazzini-Studie hingegen stellte Karzinogenität bei Werten im Bereich der Immissionsgrenzwerte fest, wobei der Effekt bei niedrigeren Dosen statistisch nicht signifikant war. Allerdings wurde ein dosisabhängiger Trend für bösartige Herz-Schwannome gefunden, was sich mit den Ergebnissen der NTP-Studie deckt. Dies könnte darauf hindeuten, dass der nicht signifikante Anstieg der Fallzahlen bei niedrigeren Expositionswerten einen wahren Effekt darstellt, der aufgrund des gegebenen Stichprobenumfangs keine statistische Signifikanz erreicht hat.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die BERENIS aufgrund der Ergebnisse und deren Bewertung das Vorsorgeprinzip zur Regulierung von HF-EMF unterstützt. Eine vollständige Risikobewertung unter Berücksichtigung aller verfügbaren Studien (Tierstudien und epidemiologische Studien) ist ausserdem notwendig, um abzuschätzen, ob die derzeit gültigen Grenzwerte geändert werden sollten.

➔ ***Hinweis: Eine ausführliche Evaluierung der NTP-Studie und der Ramazzini-Studie findet sich in einer [Newsletter-Sonderausgabe \(November 2018\)](#)***

Vergleich SAR-Werte Tierstudien mit Grenzwerten (logarithmische Skala)

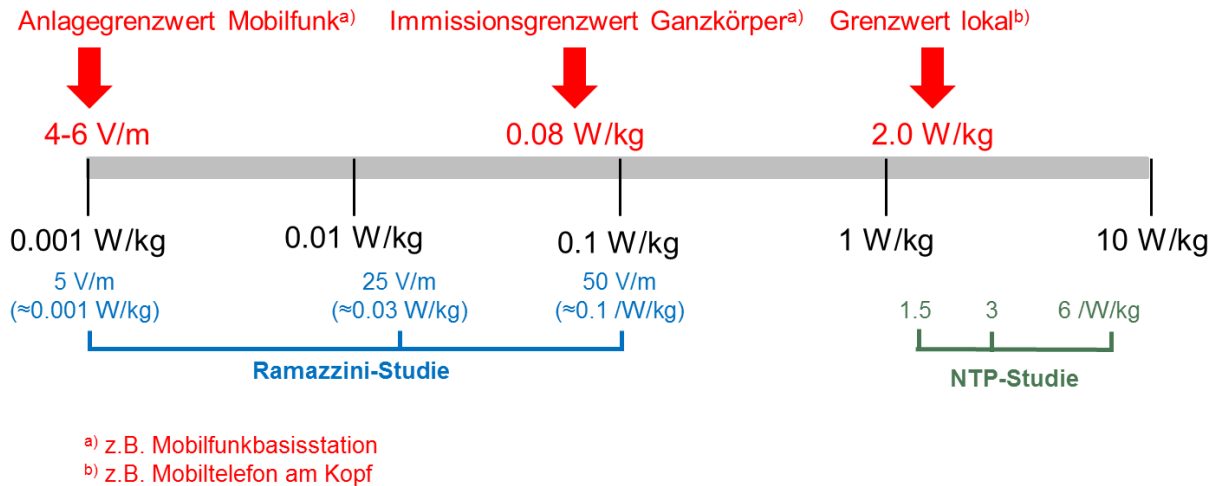


Abbildung 1: Vergleich der SAR-Werte in den Tierstudien mit Grenzwerten (logarithmische Skala)

Einfluss von niederfrequenten Magnetfeldern auf die Tumorentwicklung bei Ratten (Bua et al. 2018)

Ebenfalls im Ramazzini-Institut wurde von Bua *et al.* (2018) eine weitere grosse tierexperimentelle Studie (>500 Tiere/Gruppe) durchgeführt, um den Einfluss von niederfrequenten Magnetfeldern auf die Tumorentwicklung bei Sprague-Dawley-Ratten zu untersuchen. In der vorliegenden Studie wurden männliche oder weibliche Ratten mit einem Magnetfeld exponiert (50 Hz; 2, 20, 100 oder 1000 μ T (Immissionsgrenzwert in der Schweiz: 100 μ T), kontinuierlich oder intermittierend (30 Minuten an / 20 Minuten aus, 19 Stunden/Tag). Die Exposition begann bereits vor der Geburt der Ratten und wurde bis zum Lebensende fortgesetzt. Die Überlebenszeit sowie das Körpergewicht waren vergleichbar mit den Kontrolltieren desselben Geschlechts. Die Tumorzinzidenz und die Anzahl bösartiger und gutartiger Tumoren waren in allen Gruppen vergleichbar. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass eine Exposition mit einem kontinuierlichen oder intermittierenden 50 Hz Magnetfeld alleine kein signifikantes Risiko für eine vermehrte Tumorentstehung im Rattenmodell darstellt.

Die Studie umfasste grosse Gruppengrössen, was die statistische Aussagekraft erhöht und daher das Auffinden von Trends auch bei Tumoren, die eher selten vorkommen, wie z.B. C-Zell-Karzinomen (Tumoren der Schilddrüse) erlaubt hätte. Die am Lebensende erreichte Tumorzinzidenz lag bei 35-38%, was erlaubt, Unterschiede der Tumorzinzidenz nach oben und nach unten festzustellen. Die Organe bzw. Gewebeschnitte wurden von zwei Pathologen, die unabhängig voneinander arbeiteten, analysiert. Für die histopathologischen Analysen wurde ein verblindetes Design verwendet. Interessant ist, dass in zwei kürzlich publizierten Studien aus demselben Institut in der höchsten Dosisgruppe (1000 μ T) ein signifikant häufigeres Auftreten von bösartigen Tumoren der Milchdrüse, C-Zell-Karzinome (Tumoren der Schilddrüse), Herz-Schwannome und Tumoren des Blut-lymphoretikulären Systems gefunden worden war (Soffritti *et al.* 2016a, Soffritti *et al.* 2016b, siehe [Newsletter 6 und 8](#)). Allerdings wurde die Magnetfeldexposition in diesen Studien mit niedrigen Dosierungen von Formaldehyd oder Gamma-Strahlung kombiniert, die einzeln angewendet keine Tumoren verursachen. Das impliziert, dass die kombinierte Wirkung höher ist als die Einzelwirkung von Schadstoffen, was bereits in früheren Studien beobachtet wurde (IARC 2002). Im Alltag ist man

de facto einer kombinierten Wirkung von Schadstoffen ausgesetzt. Damit rechtfertigt sich ein vorsorgeorientierter Ansatz zur Begrenzung der einzelnen Agenturen.

Niederfrequente Magnetfelder verstärken den Effekt einer Leukämie-Behandlung (Provenzano et al. 2018) und beschleunigen die Wundheilung (Patrino et al. 2018)

Die *in vitro* Studien von Provenzano *et al.* (2018) und Patrino *et al.* (2018) hatten mögliche therapeutische Anwendungen von niederfrequenten Magnetfeldern zum Gegenstand. Solche spezifischen Anwendungen entsprechen zwar weniger dem thematischen Fokus von BERENIS, werden aber im Folgenden trotzdem diskutiert, da die Untersuchungen von guter wissenschaftlicher Qualität sind und auf Wirkungsmechanismen hinweisen, die verallgemeinerbar sind und auch für die Risikoabschätzung relevant sein könnten. Offenbar sind Signalwege involviert, die auf extra-zelluläre Veränderungen reagieren. So spielt die «extrazelluläre Signal-regulierte Kinase» (ERK) eine zentrale Rolle für die Zellantwort auf lokale Veränderungen und Einflüsse der Umwelt. Grundlegende zellbiologische Prozesse wie beispielsweise Differenzierungsprozesse werden durch ERK reguliert, veränderte Aktivitäten dieses Signalweges sind aber auch für gewisse Krankheitsverläufe charakteristisch. In Untersuchungen von Einflüssen elektromagnetischer Felder auf die Zellgesundheit wurde das Öffnen einer veränderten Aktivität dieses Signalmoleküls beobachtet. In diesem Zusammenhang sind die vorliegenden Resultate im therapeutischen Kontext durchaus interessant und können wichtige Hinweise über die Interaktion von EMF mit der zellulären Physiologie liefern.

Provenzano *et al.* (2018) untersuchten den Effekt eines kontinuierlichen niederfrequenten Magnetfelds (NF-MF, 50 Hz) auf den Behandlungserfolg bei einer spezifischen Form der Leukämie (akute promyelozytäre Leukämie, APL). Diese Art der Leukämie manifestiert sich durch eine Überproliferation eines intermediären Zelltyps in der Blutaussdifferenzierung, bedingt durch eine Blockade im Promyelozyten-Stadium. Sie kann durch die Zugabe einer Vitamin-A-Säure (all-trans-Retinolsäure, ATRA) therapiert werden, was zu einer Ausdifferenzierung der Leukämie-Zellen und dadurch zu einer Reduktion der pathologischen Zellteilung führt. Während die Exposition der Leukämie-Zellen nur mit dem NF-MF (0,5, 1, 2 mT) keinen Einfluss auf die Vermehrung hatte, haben die Autoren beobachtet, dass der antiproliferative Effekt von ATRA durch das NF-MF dosisabhängig verstärkt wurde. Dies kommt nicht durch ein Absterben von Zellen, sondern durch eine effizientere Ausdifferenzierung zu neutrophilen Granulozyten zustande, wie durch die Analyse von spezifischen Markern gezeigt werden konnte. Im Weiteren wurde untersucht, wie dieser anti-proliferative Effekt zustande kommt. Die Autoren fanden, dass die Kombination von NF-MF und ATRA-Behandlung zu einer Erhöhung von Sauerstoffradikalen (ROS) führt, was im Gegensatz dazu für ATRA allein kaum nachweisbar war. In der Tat wurde dann auch gezeigt, dass das Neutralisieren der ROS den NF-MF Effekt auf die ATRA-abhängige Zellvermehrung und Ausdifferenzierung aufhebt. Zudem haben die Autoren untersucht, wie sich das NF-MF auf die Signalproteine ERK1/2 und NFkappaB auswirkt, und festgestellt, dass die NF-MF-Exposition zu einer verstärkten ATRA-induzierten Aktivierung von ERK1/2 führte. Allerdings bleibt offen, wie diese beiden Beobachtungen zusammenhängen. Interessanterweise scheint der Effekt des NF-MF auf die Effizienz der Ausdifferenzierung nur nach ATRA-Behandlung zu bestehen, nicht aber, wenn die Leukämiezellen zu Monozyten differenziert wurden. Da Retinolsäure ein wichtiger Faktor der embryonalen und insbesondere der neuronalen Entwicklung ist, sind die mechanistischen Befunde dieser Studie durchaus auch für die Bewertung von Gesundheitsrisiken in Betracht zu ziehen.

Die Heilung von Wunden ist ein komplexer mehrphasiger Prozess, der eine koordinierte Aktivierung einer Reihe verschiedener Zelltypen (Immunzellen, Fibroblasten und Keratinozyten der Haut)

bedingt. Die anfängliche Entzündungsreaktion führt zu einer Aktivierung und Vermehrung von Stammzellen, die mittels Migration und Ausdifferenzierung zum Wundverschluss und zur Wiederherstellung der Hautstruktur führt. In der Studie von Patruno *et al.* (2018) wurde diesbezüglich der Effekt eines NF-MF (50 Hz, 1 mT) auf das Migrationsverhalten von Keratinozyten *in vitro* untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass sich ein Kratzer in einer zweidimensionalen Keratinozytenschicht unter NF-MF-Exposition signifikant schneller schliesst als bei der Scheinexposition, was ausschliesslich auf die Zellmigration und nicht die Zellteilung zurückzuführen war. Zudem wurde erhöhte Aktivierung der ERK1/2- und Akt-Signalwege gefunden, die eine Stunde nach Expositionsbeginn am stärksten ausgeprägt war. Die Blockierung dieser Signalwege reduzierte den beschleunigten Verschluss des Kratzers unter NF-MF-Exposition und reduzierte auch die Expression und Aktivität von Metallo-Proteasen. Diese sitzen an den Zellmembranen und können beispielsweise Kollagen abbauen und so Zellen aus dem Zellverbund lösen, was das beschleunigte Migrationsverhalten begünstigen könnte. Die Autoren postulieren, dass diesem Migrationseffekt eine durch die Exposition verursachte Veränderung der Profile von Pro- und Anti-Entzündungszytokinen¹ zugrunde liegt. Neben den Therapieaspekten ist an dieser Studie interessant, dass auch hier eine Beeinflussung der zentralen Signalwege durch die NF-MF-Exposition beobachtet wurde und relativ schlüssig mögliche molekulare Abläufe beschrieben werden, die zum beobachteten Migrationseffekt führten.

2) Übersichtsarbeiten

ANSES-Bericht zu Elektrohypersensibilität (ANSES 2018)

Die französische Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) hat einen umfangreichen Bericht zu Elektrohypersensibilität (EHS) herausgegeben. Ziel der Expertise war es, Elektrohypersensitivität in ihrer Komplexität zu erfassen, zu charakterisieren und bezüglich der Ursache und Krankheitsentstehung zu ergründen. Berücksichtigt wurden die wissenschaftliche Literatur zum Thema von April 2009 bis Juli 2016 sowie einzelne ältere Publikationen. Die frühere Literatur war in vorhergehenden Berichten zum Thema „elektromagnetische Felder“ besprochen worden. Um das Krankheitsbild besser zu fassen, wurden neben der wissenschaftlichen Literatur auch 64 Briefe von EHS-Betroffenen an die ANSES analysiert, und Interviews geführt (mit Ärzten, die EHS-Patienten behandeln, mit Vereinigungen von EHS-Betroffenen sowie mit Teilnehmern einer Gesprächsrunde). Zuletzt wurde eine öffentliche Anhörung durchgeführt und der Bericht ergänzt.

Die 16-köpfige Expertengruppe stellte fest, dass die Studienlage insgesamt mit grossen methodischen Defiziten behaftet ist. Insbesondere die Rekrutierung sei sehr heterogen, da es keine objektiven und allgemein gültigen Kriterien für die Charakterisierung von EHS-Patienten gibt. Ebenso heterogen sei die Erhebung der Symptome und der Quellen. Prävalenzdaten werden entsprechend mit Vorbehalt bewertet, die Studienlage der letzten Jahre lasse etwa fünf Prozent annehmen, insbesondere nicht zunehmend. Zwar fänden sich in einigen Studien Personen mit tieferer Wahrnehmungsschwelle für niederfrequente Felder, insgesamt könne die aktuelle experimentelle Studienlage jedoch keinen soliden Zusammenhang zwischen Feldexposition und EHS-Symptomen nachweisen. Dass experimentelle Provokationstests negativ ausgefallen seien, könne heissen, dass es keinen Zusammenhang gibt, es könnte aber auch sein, dass die methodischen Defizite der Studien – vor allem bei der Rekrutierung – der Grund sind, warum ein tatsächlich vorhandener Zusammenhang

¹ kleine Proteine, die der Entzündung entgegenwirken

verkannt werden könne. Auch wäre es möglich, dass sich die Effekte nur unter bestimmten Bedingungen oder Expositionssituationen manifestieren, welche bisher noch nicht verstanden sind. Insgesamt wurden 18 Hypothesen zur Krankheitsentstehung der EHS untersucht. Der wissenschaftlich wiederholt beschriebene Nocebo-Effekt begünstige die Persistenz der Beschwerden, schliesse eine Elektrosmogquelle als Auslöser jedoch nicht aus. Aufgrund der Studienlage dürfe ausgesagt werden, dass EHS-Patienten ein weniger gutes Wohlbefinden haben und depressiver und ängstlicher sind als ein Vergleichskollektiv, wobei chronische und seltene Krankheiten typischerweise mit erhöhter Ängstlichkeit und Depression einhergehen. Die Prävalenz pathologischer Persönlichkeiten oder psychiatrischer Erkrankungen sei nicht erhöht. Es fänden sich Verbindungen zu MCS², Fibromyalgie, Migräne und Tinnitus. Die Hypothese, dass EHS-Patienten Besonderheiten im Funktionszustand des vegetativen Nervensystems aufweisen, könne infolge methodischer Defizite nicht bewertet werden. Hypothesen einer Barrierestörung der Blut-Hirnschranke sowie Störungen in der Produktion der Neurotransmitoren wurden von der Expertengruppe als nicht überzeugend bewertet. Die Hypothese, dass EHS dem Formenkreis der Migräne zugeordnet werden könnte, gestützt auf erfolgreichen Behandlungsversuchen mit Migränemitteln, überzeugte die Arbeitsgruppe sehr. Diesbezüglich sei Forschungsbedarf angezeigt. Mögliche Verbindungen mit Fibromyalgie sollten näher geprüft werden, insbesondere EHS-assoziierte Hautsymptome könnten mit der bei Fibromyalgie verifizierten Anomalie kleiner peripherer Hautnerven zusammenhängen. Auch die Hypothese tagesrhythmischer Störungen als mögliche Erklärung für die häufig beklagten Schlafstörungen sowie die Hypothese einer Überempfindlichkeit als Charakterzug sollte nach der Meinung der Arbeitsgruppe vertieft untersucht werden.

Die Arbeitsgruppe empfiehlt die Schaffung von ärztlich betreuten Beratungsstrukturen, die Erarbeitung von Handlungsanleitungen für die Ärzteschaft sowie die Finanzierung kontinuierlicher Forschung zur Weiterführung von Provokationsstudien mit besserer Rekrutierung, möglichst realistischer und individualisierter Exposition und anderen Expositionsprotokollen. Auch sollten Gesundheitsmessungen mit objektiven Verfahren wie beispielsweise Polysomnographien und Biomarkern ergänzt werden.

Unter den Betreuungsangeboten ausserhalb Frankreichs wird die Umweltmedizinische Beratungsstelle der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz in der Schweiz (<http://www.aefu.ch>) ausführlich vorgestellt.

Literaturangaben

ANSES (2018): **Hypersensibilité électromagnétique ou intolérance environnementale idiopathique attribuée aux champs électromagnétiques**. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES). Avis de l'Anses Rapport d'expertise collective. Mars 2018. <https://www.anses.fr/fr/content/hypersensibilit%C3%A9-aux-ondes-%C3%A9lectromagn%C3%A9tiques-amplifier-l%E2%80%99effort-de-recherche-et-adapter-la>

Bua L, Tibaldi E, Falcioni L, Lauriola M, De Angelis L, Gnudi F, Manservigi M, Manservigi F, Manzoli I, Menghetti I, Montella R, Panzacchi S, Sgargi D, Strollo V, Vornoli A, Mandrioli D, Belpoggi F (2018): **Results of lifespan exposure to continuous and intermittent extremely low frequency**

² Multiple Chemical Sensitivity; Vielfache Chemikalienunverträglichkeit

electromagnetic fields (ELFEMF) administered alone to Sprague Dawley rats. Environ Res. 2018 Mar 14;164:271-279. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29549848>

Falcioni L, Bua L, Tibaldi E, Lauriola M, De Angelis L, Gnudi F, Mandrioli D, Manservigi M, Manservigi F, Manzoli I, Menghetti I, Montella R, Panzacchi S, Sgargi D, Strollo V, Vornoli A, Belpoggi F (2018): **Report of final results regarding brain and heart tumors in Sprague-Dawley rats exposed from prenatal life until natural death to mobile phone radiofrequency field representative of a 1.8 GHz GSM base station environmental emission.** Environ Res. 2018 Mar 7. [Epub ahead of print]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935118300367>

IARC (2002): **Non-ionizing radiation, Part 1: static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields.** International Agency for Research on Cancer (IARC). Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum. 2002;80:1-395. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12071196>

Kadekar S, Peddada S, Silins I, French JE, Högberg J, Stenius U(2012): **Gender differences in chemical carcinogenesis in National Toxicology Program 2-year bioassays.** Toxicol Pathol. 2012 Dec;40(8):1160-8. Epub 2012 May 14. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22585941>

NTP (2018a): **Actions from Peer Review of the Draft NTP Technical Reports on Cell Phone Radiofrequency Radiation March 26-28, 2018.** National Toxicology Program, U.S. Department of Health and Human Services. <https://ntp.niehs.nih.gov/about/org/sep/trpanel/meetings/past/index.html>

NTP (2018b): **NTP technical report on the toxicology and carcinogenesis studies in B6C3F1/N mice exposed to whole-body radio frequency radiation at a frequency (1,900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones.** National Toxicology Program, National Institutes of Health, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Sciences. NTP TR 596. Released 2 Feb 2018. <https://ntp.niehs.nih.gov/about/org/sep/trpanel/meetings/docs/2018/march/index.html>

NTP (2018c): **NTP technical report on the toxicology and carcinogenesis studies in Hsd:Sprague Dawley SD rats exposed to whole-body radio frequency radiation at a frequency (900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones.** National Toxicology Program, National Institutes of Health, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Sciences. NTP TR 595. Released 2 Feb 2018. <https://ntp.niehs.nih.gov/about/org/sep/trpanel/meetings/docs/2018/march/index.html>

NTP (2018d): **NTP technical report on the toxicology and carcinogenesis studies in B6C3F1/N mice exposed to whole-body radio frequency radiation at a frequency (1,900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones.** National Toxicology Program, National Institutes of Health, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Sciences. NTP TR 596. Released 1 Nov 2018. https://www.niehs.nih.gov/ntp-temp/tr596_508.pdf

NTP (2018e): **NTP technical report on the toxicology and carcinogenesis studies in Hsd:Sprague Dawley SD rats exposed to whole-body radio frequency radiation at a frequency (900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones.** National Toxicology Program, National Institutes of Health, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Sciences. NTP TR 595. Released 1 Nov 2018. https://www.niehs.nih.gov/ntp-temp/tr595_508.pdf

Patrino A, Ferrone A, Costantini E, Franceschelli S, Pesce M, Speranza L, Amerio P, D'Angelo C, Felaco M, Grilli A, Reale M (2018): **Extremely low-frequency electromagnetic fields accelerates wound**

healing modulating MMP-9 and inflammatory cytokines. Cell Prolif. 2018 Apr;51(2):e12432. Epub 2018 Jan 22. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29357406>

Provenzano AE, Amatori S, Nasoni MG, Persico G, Russo S, Mastrogiacomo AR, Gambarara A, Fanelli M (2018): **Effects of Fifty-Hertz Electromagnetic Fields on Granulocytic Differentiation of ATRA-Treated Acute Promyelocytic Leukemia NB4 Cells.** Cell Physiol Biochem. 2018 Mar 23;46(1):389-400. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29590658>

Soffritti M, Tibaldi E, Padovani M, Hoel DG, Giuliani L, Bua L, Lauriola M, Falcioni L, Manservigi M, Manservigi F, Panzacchi S, Belpoggi F (2016a): **Life-span exposure to sinusoidal-50 Hz magnetic field and acute low-dose γ radiation induce carcinogenic effects in Sprague-Dawley rats.** Int J Radiat Biol. 2016 Feb 19:1-13. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26894944>

Soffritti M, Tibaldi E, Padovani M, Hoel DG, Giuliani L, Bua L, Lauriola M, Falcioni L, Manservigi M, Manservigi F, Belpoggi F (2016b): **Synergism between sinusoidal-50 Hz magnetic field and formaldehyde in triggering carcinogenic effects in male Sprague-Dawley rats.** Am J Ind Med. 2016 Jul;59(7):509-21. Epub 2016 May 24. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27219869>

Wyde M, Cesta M, Blystone C, Elmore S, Foster P, Hooth M, Kissling G, Malarkey D, Sills R, Stout M, Walker N, Witt K, Wolfe M, Bucher J (2016): **Report of Partial findings from the National Toxicology Program Carcinogenesis Studies of Cell Phone Radiofrequency Radiation in Hsd: Sprague Dawley® SD rats (Whole Body Exposures).** <https://www.biorxiv.org/content/early/2016/05/26/055699> (original version, posted May 26, 2016) <https://www.biorxiv.org/content/early/2016/06/23/055699> (updated version, posted June 23, 2016)

Wyde M, Cesta M, Blystone C, Elmore S, Foster P, Hooth M, Kissling G, Malarkey D, Sills R, Stout M, Walker N, Witt K, Wolfe M, Bucher J (2018a): **Report of Partial Findings from the National Toxicology Program Carcinogenesis Studies of Cell Phone Radiofrequency Radiation in Hsd: Sprague Dawley® SD rats (Whole Body Exposures).** Draft 2 Feb 2018. <https://www.biorxiv.org/content/biorxiv/early/2018/02/01/055699.full.pdf>

Wyde ME, Horn TL, Capstick MH, Ladbury JM, Koepke G, Wilson PF, Kissling GE, Stout MD, Kuster N, Melnick RL, Gauger J, Bucher JR, McCormick DL (2018b): **Effect of cell phone radiofrequency radiation on body temperature in rodents: Pilot studies of the National Toxicology Program's reverberation chamber exposure system.** Bioelectromagnetics. 2018 Apr;39(3):190-199. Epub 2018 Mar 14. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29537695>

Kontakt

Dr. Stefan Dongus
Sekretariat BERENIS
Schweizerisches Tropen- und Public Health-Institut
Department Epidemiology and Public Health
Environmental Exposures and Health Unit
Socinstr. 57, Postfach, 4002 Basel
Tel: +41 61 284 8111
E-Mail: stefan.dongus@swisstph.ch

Weitere Informationen:

[Beratende Expertengruppe nicht-ionisierende Strahlung \(BERENIS\)](#)

[Abkürzungsverzeichnis \(als pdf\)](#)