

Quellenverzeichnis zum ÜBERBLICK Nr. 10:

Beeinflusst Mobilfunkstrahlung die Entwicklung von Embryos und Babys?

Stand: 4. Mai 2026



Dieses Dokument enthält das vollständige Quellen-, Literatur- und Studienverzeichnis zum ÜBERBLICK Nr. 10. Aufgeführt sind alle im Text zitierten Studien, Reviews und Fachartikel einschließlich weiterführender Literatur zur Wirkung nicht-ionisierender Strahlung auf Embryos, Föten und die frühe kindliche Entwicklung. Die Zusammenstellung dient der Transparenz, Nachvollziehbarkeit und wissenschaftlichen Einordnung der im ÜBERBLICK dargestellten Ergebnisse.

ÜBERBLICK Nr. 10 als PDF-download unter: diagnose-funk.org/2342

Alle ÜBERBLICKE als PDF-download unter: diagnose-funk.org/ueberblick

Impressum

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

Spendenkonto

Diagnose-Funk e.V.
IBAN: DE39 4306 0967 7027 7638 00
BIC: GENODEM1GLS
diagnose-funk.org/foerdern

Studien zu Embryotoxizität

Einzelstudien

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
<p>Akakin et al. (2021) „Electromagnetic waves from mobile phones may affect rat brain during development“ ElektrosmogReport 2-2022</p>	<p>Ratten ab 14. Trächtigkeitstag bis Geburt täglich 2 h mit 1800 MHz bestrahlt (SAR = 1,79 W/kg); postnatale Weiterbestrahlung bis Tag 60</p>	<p>Nachkommen: Nervenzellschäden, oxidativer Stress, Neuronen-Degeneration, GFAP-Erhöhung, Trigemini-Axonschäden</p>	<p>Mobiltelefone beeinflussen Gehirnentwicklung schon im Stand-by-Modus; die Ultrastruktur des Trigeminusnervs wird in frühen Entwicklungsphasen durch Mobilfunkstrahlung beeinflusst, was bei langzeitiger Nutzung stärkere Auswirkungen haben kann.</p>
<p>Akefe et al. (2023) „Myrtenal improves memory deficits in mice exposed to radiofrequency-electromagnetic radiation during gestational and neonatal development via enhancing oxido-inflammatory and neurotransmitter functions“ ElektrosmogReport 1-2024</p>	<p>Mäuse in utero und bis Tag 7-8 postnatal täglich 1 h mit 900 MHz bestrahlt (SAR = 1,25 W/kg); Gesamtdauer ca. 4 Wochen; zusätzliche Gruppen mit Myrtenal oder Donepezil</p>	<p>Nachkommen: Gedächtnisverschlechterung, angstähnliches Verhalten, Zellschäden; Myrtenal wirkte schützend</p>	<p>Mobilfunkexposition (900 MHz) verursacht Entwicklungsdefizite bei Mäusen, die durch Myrtenal verhindert werden können – weshalb die Autoren Schwangeren und Neugeborenen unter Belastung den Verzehr myrtenalhaltiger Lebensmittel empfehlen.</p>
<p>Aldad et al. (2012) „Fetal radiofrequency radiation exposure from 800-1900 MHz-rated cellular telephones affects neurodevelopment and behavior in mice“ emf-portal.org/de/article/20377</p>	<p>Mäuse in utero während Gestationsstage 1-17 täglich 9-24 h mit 800-1900 MHz Mobiltelefon-HF exponiert (SAR = 1,6 W/kg)</p>	<p>Föten/Nachkommen: Hyperaktivität, Gedächtnisdefizite und verminderte Angst</p>	<p>Die Ergebnisse zeigen, dass eine fötale Exposition bei 800-1900 MHz von Mobiltelefonen zu Veränderungen im Verhalten und in der Neurophysiologie führt, die bis zum Erwachsenenalter andauern.</p>
<p>Amer et al. (2013) „Effect of Microwave Radiation on the Retina of Mice Embryos“ emf-portal.org/de/article/23338</p>	<p>Mäuse ab 7. Trächtigkeitstag bis Tag 14 täglich 2 h mit 950 oder 1800 MHz bestrahlt (SAR = 1 bzw. 1,6 W/kg); Ganzkörperexposition in utero</p>	<p>Embryonen mit reduzierter Länge und Gewicht, erhöhte Resorption/Mortalität; Netzhautveränderungen mit Desorganisation und Zellschäden (stärker bei 1800 MHz)</p>	<p>Pränatale Mobilfunkexposition beeinträchtigt Wachstum und Retinaentwicklung embryonaler Mäuse; Autoren sehen potenziell schädliche Effekte und empfehlen weitere Forschung.</p>
<p>Andrašková et al. (2022) „The potential adverse effect of 2.45 GHz microwave radiation on the testes of prenatally exposed peripubertal male rats“ ElektrosmogReport 1-2022</p>	<p>Männliche Ratten, pränatal mit 2,45 GHz (SAR = 1,73 W/kg), 2h/Tag bestrahlt</p>	<p>Nachkommen: Histologische Veränderungen, gestörte Spermatogenese</p>	<p>Die Ergebnisse zeigten, dass die pränatale Exposition gegenüber Mikrowellenstrahlung einen negativen Einfluss auf die postnatale Hodenentwicklung bei Ratten hatte.</p>

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
<p>Azimzadeh et al. (2024) „Maternal linalool treatment protects against radiofrequency wave-induced deteriorations in adolescent rats: A behavioral and electrophysiological study“ ElektrosmogReport 1-2026</p>	<p>20 trächtige Ratten, 4 Gruppen (Kontrolle; Linalool 25 mg/kg; Befeldung + Saline; Befeldung + Linalool); Exposition durch 900-MHz-GSM-Mobiltelefon (Nokia 1616), SAR 1,19 W/kg (Kopf) / 0,32 W/kg (Ganzkörper), täglich 1 h 40 min während der gesamten Trächtigkeit (21 Tage), 100 verpasste Anrufe/Tag, Abstand 20 cm</p>	<p>Nachkommen: Angstverhalten, Lern-/Gedächtnisdefizite (Weibchen stärker betroffen); verringerte Erregbarkeit und gestörte LTP; Fe, Cu, Mn und Cu/Zn erhöht, Zn vermindert; Linalool milderte alle Effekte und normalisierte die meisten Werte</p>	<p>Pränatale 900-MHz-Exposition verursacht persistente neurobehaviorale und neurophysiologische Schäden und stört die Spurenelement-Homöostase (Hinweis auf oxidativen Stress bzw. erhöhte Blut-Hirn-Schranken-Permeabilität); Linalool zeigt deutliche neuroprotektive Wirkung.</p>
<p>Balmori 2010 „Mobile Phone Mast Effects on Common Frog (Rana temporaria) Tadpoles: The City Turned into a Laboratory“ emf-portal.org/de/article/18365</p>	<p>70 Kaulquappen in zwei Tanks, einer 140 m von 4 Mobilfunkmasten (1,8-2,3 V/m), der andere im Faraday-Käfig; Beobachtung über 2 Monate</p>	<p>Exponierte Kaulquappen zeigten erhöhte Mortalität, verlangsamte Entwicklung und morphologische Abnormalitäten</p>	<p>Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine Exposition bei Mobilfunk-Sendemasten in einer realen Situation die Entwicklung beeinflussen und einen Anstieg in der Mortalität exponierter Kaulquappen verursacht.</p>
<p>Bastide et al. (2001) „Toxicologic study of electromagnetic radiation emitted by television and video display screens and cellular telephones on chickens and mice“ emf-portal.org/de/article/24601</p>	<p>Hühnerembryonen: TV, Bildschirm, Handy (900 MHz) bis Schlüpfen/47 Tage; mit/ohne Abschirmnetz; Kontrollgruppen. Mäuse 5-20 Wochen exponiert; mit 17 Wochen Lewis-Tumorzellen injiziert</p>	<p>Embryonen: erhöhte Verlustrate (47-68 %), embryotoxische Wirkung durch Handy. Mäuse: Stressreaktionen, IgG↓, Corticosteron↓, Melatonin↓; Hinweise auf Tumorverstärkung</p>	<p>TV/Bildschirm/Handy-EMF können embryotoxische und immunmodulierende Effekte verursachen; frühe Entwicklungsstadien besonders empfindlich.</p>
<p>Berman et al. (1982) „Reduced weight in mice offspring after in utero exposure to 2450-MHz (CW) microwaves“ emf-portal.org/de/article/2867</p>	<p>Mäuse in utero während Gestationstage 6-17 täglich 100 min mit 2450 MHz CW-Mikrowellen exponiert (SAR = 16,5 W/kg Mittelwert)</p>	<p>Nachkommen: Signifikant reduziertes Körpergewicht, verzögerte Ossifikation (Knochenentwicklung) als Hinweis auf Wachstumsverzögerung</p>	<p>Pränatale Exposition könnte postnatales Wachstum und Entwicklung beeinträchtigen.</p>
<p>Berman et al. (1984) „Decreased body weight in fetal rats after irradiation with 2450-MHz (CW) microwaves“ emf-portal.org/de/article/8764</p>	<p>Ratten in utero während Gestationstage 6-15 täglich 90 min mit 2450 MHz CW-Mikrowellen exponiert (SAR = 16,5 mW/g Mittelwert)</p>	<p>Föten: Signifikant reduziertes Körpergewicht, verzögerte Ossifikation (Knochenentwicklung) als Hinweis auf Wachstumsverzögerung</p>	<p>Pränatale Exposition beeinträchtigt Wachstum und Entwicklung; Ergebnis bestätigt Befunde von 1982.</p>
<p>Bodin et al. (2025) „Altered development in rodent brain cells after 900 MHz radiofrequency exposure“ ElektrosmogReport 4-2025</p>	<p>Ratten, intrauterin ab dem 8. Gestationstag bis zum 17. postnatalen Tag bestrahlt; 900 MHz (SAR = 0,08 und 0,4 W/kg); zusätzlich in vitro-Exposition von neuronalen Stammzellen</p>	<p>Nachkommen: Weniger Synapsen, gestörtes Gleichgewicht erregend/hemmend, ↓Wachstumsfaktor (BDNF), DNA-Schäden, Zelltod</p>	<p>Selbst Expositionen innerhalb regulatorischer Grenzwerte können die Hirnentwicklung negativ beeinflussen; besondere Vorsicht bei Schwangeren und Kleinkindern empfohlen.</p>
<p>Bodin et al. (2024) „Delayed Growth in Immature Male Rats Exposed to 900 MHz Radiofrequency“ ElektrosmogReport 1-2025</p>	<p>Unreife männliche Sprague-Dawley-Ratten, täglich über mehrere Wochen bestrahlt, 900 MHz GSM (SAR = 0,08 W/kg und 0,4 W/kg)</p>	<p>Verzögerte Gewichtszunahme und Körperwachstum; Veränderungen hormoneller Parameter (LH, Testosteron); Hinweise auf verzögerte Pubertätsentwicklung</p>	<p>Frühpostnatale Exposition gegenüber 900 MHz RF-Feldern kann Wachstum und sexuelle Reifung männlicher Ratten verzögern; auch Expositionen innerhalb regulatorischer Grenzwerte zeigen biologische Effekte; besondere Vorsicht bei Kindern und Jugendlichen empfohlen.</p>

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
<p>Boga et al. (2014) „The effect of 900 and 1800 MHz GSM-like radiofrequency irradiation and nicotine sulfate administration on the embryonic development of <i>Xenopus laevis</i>“ emf-portal.org/de/article/26282</p>	<p>Kaulquappen-Embryonen, exponiert gegenüber 900/1800 MHz GSM (gepulst, 4-8 h kontinuierlich); Leistung 1-2 W (SAR = 1 W/kg); Ko-Exposition mit Nikotin-Sulfat (0, 12,5, 25 ng/ml)</p>	<p>Embryonen/Nachkommen: Exposition gegenüber 180 MHz EMF oder Nikotin-Sulfat allein verringerte Anzahl normal entwickelter Kaulquappen; kombinierte Belastung führte zu verstärkten Effekten bis hin zu Mortalität</p>	<p>Die Studienergebnisse scheinen darauf hinzudeuten, dass die kombinierte Nutzung von Nikotin und Mobiltelefonen zu ausgeprägteren schädlicheren Auswirkungen auf die Gesundheit von Rauchern führt.</p>
<p>Boileau et al. (2020) „Mobile phone use during pregnancy: which association with fetal growth?“ ElektrosmogReport 3/4-2020</p>	<p>Kohortenstudie in 3 Kliniken; Kinder geboren April 2014-April 2017; 1353 Mutter-Kind-Paare ausgewertet; Mobiltelefonnutzung der Mütter während der Schwangerschaft per Fragebogen erfasst (0-24 min/Tag)</p>	<p>Mobiltelefonnutzung (> 3 min/Tag) ist mit Wachstums-einschränkungen der Föten verbunden; reduziertes Geburtsgewicht nur bei Raucherinnen</p>	<p>Mehr als 3 Minuten tägliches Telefonieren mit dem Mobiltelefon kann das fötale Wachstum beeinträchtigen.</p>
<p>Bozok et al. (2023) „The effects of long-term prenatal exposure to 900, 1800, and 2100 MHz electromagnetic field radiation on myocardial tissue of rats“ ElektrosmogReport 3-2023</p>	<p>18 trächtige Ratten, pränatal 20 Tage mit 900-2100 MHz (SAR = 0,087-0,17 W/kg) befeldet</p>	<p>Myokardschäden bei Nachkommen mit dosisabhängigem oxidativem Stress, verstärkt durch höhere Frequenz und längere Befeldung</p>	<p>Pränatale HF-Exposition kann Myokardschäden und oxidativen Stress verursachen, auch unterhalb ICNIRP-Grenzwerten; Autoren empfehlen Minimierung der Belastung, äußern Sorge bzgl. möglicher Auswirkungen von 5G auf das Herzgewebe.</p>
<p>Broom et al. (2019) „Early-life exposure to pulsed LTE radiofrequency fields causes persistent changes in activity and behavior in C57BL/6J mice“ ElektrosmogReport 1-2020</p>	<p>Männliche Mäuse, pränatal (Tag 13,5-18,5) und postnatal (Tag 3-21) täglich 3 min/5 d/Woche mit gepulster 1846 MHz-Strahlung (SAR = 0,5 oder 1 W/kg) exponiert</p>	<p>Jungtiere: veränderte Trink- und Futtergewohnheiten, reduziertes Bewegungsverhalten, längere Aufenthalte im Unterschlupf, langanhaltende negative Verhaltensänderungen über Monate</p>	<p>Die wiederholte Bestrahlung mit niedriger Feldstärke von Mobilfunkstrahlung (gepulste 1846 MHz, simulierter Downlink, Ganzkörper-SAR 0,5 und 1 W/kg, im Mutterleib und kurz nach der Geburt) könnte bei männlichen Mäusen im frühen Leben eine fortdauernde Nachwirkung bei den erwachsenen Tieren haben.</p>
<p>Buchner & Eger (2014) „Reduzierte Fruchtbarkeit und vermehrte Missbildungen unter Mobilfunkstrahlung – Dokumentation aus einem landwirtschaftlichen Nutzbetrieb“ emf-portal.org/de/article/25708</p>	<p>Schweinezuchtbetrieb, Ganzkörperexposition durch 90 MHz GSM-Basisstation (ab 2009, ~300 m Entfernung, bis 1200 µW/m²). Vergleich der Fruchtbarkeitsdaten vor (2002-2008) und nach (2009-2011) Inbetriebnahme</p>	<p>Signifikant weniger Würfe und Ferkel, missglückte Befruchtungen, vermehrte Missbildungen (Zwitter, Kopf-, Bauch-, Beinfehlbildungen), verändertes Geschlechterverhältnis zugunsten weiblicher Tiere</p>	<p>Eine Zunahme an Missbildungen und Fruchtbarkeitsstörungen bei Sauen könnte nach der Installation der Mobilfunkbasisstation auftreten, was nach Ansicht der Autoren mögliche veterinär- und humanmedizinische Relevanz besitzt.</p>
<p>Burlaka et al. (2013) „Overproduction of free radical species in embryonal cells exposed to low intensity radiofrequency radiation“ emf-portal.org/de/article/23628</p>	<p>Wachtelembryonen in ovo exponiert gegenüber GSM-90 MHz (SAR = 3 µW/kg), 158-360 h diskontinuierlich (48 min an/12 min aus)</p>	<p>Signifikante Überproduktion von Superoxid und Stickoxid, erhöhte TBARS und 8-Oxo-dG, verringerte Aktivität antioxidativer Enzyme</p>	<p>Exposition während der Embryonalentwicklung führt zu oxidativem Stress und DNA-Schäden mit möglichem Risiko für onkogene Zelltransformation.</p>

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
<p>Caddemi et al. (1986) „Microwave effects on isolated chick embryo hearts“ emf-portal.org/de/article/829</p>	<p>Isolierte Herzen 9-12 Tage alter Hühnerembryonen; Ringerlösung 37 °C; 2,45 GHz kontinuierlich/gepulst (SAR = 0,95 W/kg); 3 mW/cm²; ≥3 h</p>	<p>Pulsierte Mikrowellen: Herzschlag wurde an die Modulationsfrequenz „gelockt“. Kontinuierliche Wellen: leichte Bradykardie</p>	<p>Mikrowellenexposition isolierter Hühnerembryo- Herzen beeinflusst die Herzaktivität. Der auffälligste Effekt der pulsmodulierten Bestrahlung war eine Eins-zu-Eins-Synchronisation des Herzrhythmus mit der Modulationsfrequenz (sofern diese innerhalb physiologischer Grenzen lag).</p>
<p>Cakir et al. (2025) „Radiofrequency regulates the BET-mediated pathways in radial glia differentiation in human cortical development“ ElektrosmogReport4-2025</p>	<p>Humane kortikale Organoide aus hESC; Befeldung ab Tag 10, 12h/Tag oder kontinuierlich; 2,4GHz (Bluetooth, 4 dBm), max. 2,5 mW/m²; Kontrollorganoide getrennt; Analysen: Immunohistochemie, scRNA-seq, ATAC-seq, Patch-Clamp, Ca²⁺-Imaging, qPCR</p>	<p>Kleinere, unregelmäßige Organoide; verschobene aRG-Differenzierung; reduzierte Neuronbildung; deutliche Genveränderungen inkl. Überexpression von Neuroentwicklungs- und ASS-Genen; erhöhte Retroposons; höhere Synapsendichte und Aktivität; Effekte durch Abschirmung reduziert; BET-Inhibition stellte viele Veränderungen wieder her</p>	<p>Bluetooth-Hochfrequenz beeinträchtigt die frühe Entwicklung der Großhirnrinde, verändert Stammzell-Differenzierung und ASS-assoziierte molekulare Marker; Effekte sind durch physikalische Abschirmung oder BET-Inhibition abschwächbar; humane kortikale Organoide eignen sich als Modell für HF-induzierte Entwicklungsstörungen.</p>
<p>Cervellati et al. (2009) „Effect of high-frequency electromagnetic fields on trophoblastic connexins“ emf-portal.org/de/article/17161</p>	<p>HTR-8/SVneo Trophoblasten; 1800 MHz GSM (SAR Ø 2 W/kg); Exposition mit GSM-217 Hz Signal</p>	<p>Veränderte Genexpression von Connexinen (Cx40, Cx43); Veränderungen in Lokalisation und Ultrastruktur</p>	<p>HF-EMF können die Connexin-Expression in Trophoblasten (Zellschicht zwischen Uterus und Embryo) beeinflussen und damit frühe Plazenta-Funktionen stören.</p>
<p>Cetin et al. (2014) „Liver antioxidant stores protect the brain from electromagnetic radiation (900 and 1800 MHz)-induced oxidative stress in rats during pregnancy and the development of offspring“ emf-portal.org/de/article/24373</p>	<p>Trächtige Ratten wurden in utero bis zu einem Alter der Nachkommen von 4, 5 oder 6 Wochen täglich 1 h gepulsten 900/1800-MHz-Feldern ausgesetzt (SAR Ganzkörper = 0,001 W/kg Minimum, 0,15 W/kg Mittelwert bzw. 0,1 W/kg, 1,1 W/kg Maximum; Leistungsdichte 12 µW/cm²; elektrische Feldstärke 10-11 V/m)</p>	<p>Bei Nachkommen: Verringert: Glutathionperoxidase, Vitamin A (Leber), β-Carotin (Leber), Selen (Gehirn, 6. Woche) Erhöht: Vitamin A (Gehirn), β-Carotin (Gehirn), Eisen (Gehirn/Leber), Lipidperoxidation (Leber)</p>	<p>Die Autoren schlussfolgern, dass die elektromagnetischen Felder, emittiert von Mobiltelefonen, einen Grund für oxidative Gehirn- und Leber-Verletzungen bei jungen Ratten darstellen könnten.</p>
<p>Chavdoula et al. (2010) „Comparison of biological effects between continuous and intermittent exposure to GSM-900-MHz mobile phone radiation: Detection of apoptotic cell-death features“ emf-portal.org/de/article/18222</p>	<p>Taufliege Drosophila melanogaster; 9♀+9♂ pro Gruppe; GSM-900 MHz; 6 Min/Tag über 6 Tage; kontinuierliche vs. 4 intermittierende Expositionsmuster (1-3 Min an / 10 Min aus bzw. 3 Min an / 6 h aus); Feldstärke 18,6 V/m; Untersuchung der Ovariolen (TUNEL, Acridinorange, Aktin-Zytoskelett); Reproduktionsrate (F1-Puppen)</p>	<p>Apoptotischer Zelltod und DNA-Fragmentierung in Ovariolen; gestörtes Aktin-Zytoskelett; reduzierte Reproduktion; 10-Min-Intervalle fast so schädlich wie kontinuierliche Exposition; längere Intervalle ermöglichen teilweise Erholung</p>	<p>GSM-900-MHz-Exposition verursacht Zelltod und DNA-Schäden in der Oogenese und reduziert die Reproduktionsfähigkeit; kurze intermittierende Intervalle wirken ebenso schädlich wie kontinuierliche Exposition; längere Pausen erlauben begrenzte Reparaturprozesse.</p>
<p>Chen et al. (2014) „Exposure to 1800 MHz radiofrequency radiation impairs neurite outgrowth of embryonic neural stem cells“ emf-portal.org/de/article/25033</p>	<p>Embryonale neurale Stammzellen der Maus; 3 Tage in vitro Exposition gegenüber 1800 MHz GSM-Feld (SAR = 1-4 W/kg)</p>	<p>Bei 4 W/kg deutlich kürzeres Axonwachstum; weniger Aktivität wichtiger Gene für Nervenzellentwicklung; stärkere Aktivität eines hemmenden Gens</p>	<p>In vitro-Exposition kann Axonwachstum in differenzierten Neuronen beeinträchtigen; weitere Studien zu möglichen Konsequenzen empfohlen.</p>

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
<p>Clark et al. (2007) „Biomonitoring of estrogen and melatonin metabolites among women residing near radio and television broadcasting transmitters“ emf-portal.org/de/article/15348</p>	<p>127 Frauen (12-81 J.) untersucht auf Melatonin- und Östrogen-Metaboliten im Urin. Exposition durch Radio-/TV-Sender (0,1-3000 MHz) und 60 Hz Magnetfelder (20-130 nT)</p>	<p>Zusammenhang zwischen HF- und 60 Hz-Exposition und erhöhter Östron-3-Glucuronid-Ausscheidung bei postmenopausalen Frauen; Effekt besonders ausgeprägt bei niedrigem 6-Hydroxymelatonininsulfat</p>	<p>Die Studie deutet darauf hin, dass hochfrequente Felder und stabile 60-Hz-Feldexpositionen die Östrogenausscheidung (E1G) bei postmenopausalen Frauen erhöhen können. Frauen mit einer generell niedrigen nächtlichen Melatoninproduktion könnten dabei besonders empfindlich auf solche Einflüsse reagieren.</p>
<p>Dasgupta et al. (2022) „Transcriptomic and long-term behavioral deficits associated with developmental 3.5 GHz radiofrequency radiation exposures in zebrafish“ emf-portal.org/de/article/47241</p>	<p>Zebrafisch-Embryonen exponiert gegenüber 3.5 GHz RF (SAR = 8,27 W/kg); Analyse von Genexpression und Verhalten</p>	<p>Gestörte Stoffwechselprozesse (Kohlenstoff-, Aminosäure-, Nukleinsäuresynthese); erhöhte Genexpression hnrnpdl, mkrn2; verändertes Sozialverhalten (σ), veränderte Raubtiervermeidung (σ/φ)</p>	<p>HF-Exposition kann Sozial- und Angstverhalten beeinflussen; mögliche Störung Nukleinsäuresynthese/Stoffwechsel → neuronale Entwicklung beeinträchtigt; weitere Langzeitstudien mit 5G-ähnlicher Befeldung empfohlen.</p>
<p>Divan et al. 2008 „Prenatal and postnatal exposure to cell phone use and behavioral problems in children“ emf-portal.org/de/article/15935</p>	<p>Dänische prospektive Kohortenstudie (13.159 Kinder); Erfassung der Handynutzung der Mütter während Schwangerschaft sowie der späteren Nutzung durch die Kinder</p>	<p>Bei pränataler oder postnataler Exposition zeigten sich erhöhte Risiken für Verhaltensprobleme; Kinder, die sowohl vor der Geburt als auch in der frühen Kindheit Handys ausgesetzt waren, hatten fast doppelt so häufig Verhaltensprobleme wie nicht exponierte Kinder.</p>	<p>Pränatale und in geringerem Maße postnatale Exposition gegenüber Mobiltelefonen war mit Verhaltensauffälligkeiten wie emotionalen Problemen und Hyperaktivität zum Schuleintritt verbunden. Diese Zusammenhänge sind möglicherweise nicht kausal und könnten auf unbeachtete Störfaktoren zurückgehen. Falls sie real sind, hätten sie wegen der weit verbreiteten Nutzung dieser Technologie Bedeutung für die öffentliche Gesundheit.</p>
<p>Divan et al. (2012) „Cell phone use and behavioural problems in young children“ emf-portal.org/de/article/18825</p>	<p>Dänische Kohortenstudie mit ca. 28.000 Kindern; Handy-Nutzung der Mütter während Schwangerschaft und der Kinder im frühen Alter per Fragebogen erfasst. Mit 7 Jahren nutzten 30,5% der ursprünglichen und 35,2% der neuen Gruppe ein Mobiltelefon, weniger als 1% länger als 1 h/Woche.</p>	<p>Kinder mit prä- und postnataler Exposition hatten ein erhöhtes Risiko für Verhaltensprobleme (Hyperaktivität, Aufmerksamkeitsdefizite); bei 7-Jährigen nutzten 30-35% ein Handy (<1% >1 h/Woche), 93% waren unauffällig, 3% grenzwertig, rund 3% auffällig; höchste Odds Ratios (OR 1,5; CI 1,4-1,7) zeigten sich bei doppelt exponierten Kindern</p>	<p>Die Ergebnisse der vorangegangenen Studie von Divan et al (2008) wurden in einer neuen Gruppe von Kindern reproduziert, was zeigt, dass die Nutzung von Mobiltelefonen mit Verhaltens-Problemen bei Kindern im Alter von 7 Jahren zusammenhängt.</p>

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
<p>Fatehi et al. (2017) „Biological effects of cell-phone radiofrequency waves exposure on fertilization in mice; an in vivo and in vitro study“ emf-portal.org/de/article/37935</p>	<p>100 männliche NMRI-Mäuse, 5 Gruppen; 900 MHz (Nokia 1100), Stand-by 1/5/10 h/Tag bzw. 1 h/Tag Gesprächsmodus; 30 Tage Exposition; Abstand 10 cm; anschließende IVF (Spermien + unbefedete Eizellen) und in vivo-Verpaarung</p>	<p>Weniger gut entwickelte frühe Embryonen, mehr Zellschäden und Fehlentwicklungen; in vivo zudem weniger Nachwuchs und längere Trächtigkeit</p>	<p>Die Ergebnisse zeigen, dass Mobilfunk-HF die Zahl der Zwei-Zell-Embryonen und der Embryonen mit hoher Qualität (Grad A) verringert, während Zellfragmentierung sowie Embryonen der Qualitätsstufen C und D zunehmen. Zudem sinkt die Zahl der neugeborenen Mäuse und die Trächtigkeit verlängert sich, was insgesamt zu Fertilitätsstörungen bei NMRI-Mäusen führt.</p>
<p>Falcioni et al. (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“ ElektrosmogReport 2-2019</p>	<p>Sprague-Dawley-Ratten wurden vom pränatalen Stadium bis zum natürlichen Tod einem 1,8 GHz GSM-Hochfrequenzfeld ausgesetzt, das die Emissionen einer Mobilfunk-Basisstation simuliert. Die Exposition erfolgte mit SAR-Werten unterhalb der internationalen Grenzwerte.</p>	<p>Erhöhte Inzidenz von Schwannomen (Tumoren der Nerven-scheide) im Herzen männlicher Ratten; Hinweise auf eine Zunahme von Hirntumoren (Gliale Tumoren) bei beiden Geschlechtern</p>	<p>Die Ergebnisse deuten auf eine mögliche kanzerogene Wirkung von Mobilfunkstrahlung bei Langzeitexposition hin, selbst bei niedriger Intensität. Die Studie unterstützt frühere Befunde der NTP-Studie und stellt die Sicherheit bestehender Grenzwerte infrage.</p>
<p>Ferreira et al. (2006) „Ultra high frequency-electromagnetic field irradiation during pregnancy leads to an increase in erythrocytes micronuclei incidence in rat offspring“ emf-portal.org/de/article/14184</p>	<p>Trächtige Wistar-Ratten Ganzkörperexposition 834 MHz (UHF, Mobilfunkbereich, SAR = 0,6-1,4 W/kg) täglich bis Geburt</p>	<p>Nachkommen: signifikant erhöhte Mikronuklei-Frequenz in Erythrozyten; Hinweise auf oxidativen Stress in Leber und Blut</p>	<p>Diese Daten deuten darauf hin, dass hochfrequente elektromagnetische Felder während der Embryogenese eine genotoxische Reaktion im hämatopoetischen Gewebe auslösen können.</p>
<p>Fournier et al. (2012) „Neurodevelopmental anomalies of the hippocampus in rats exposed to weak intensity complex magnetic fields throughout gestation“ emf-portal.org/de/article/21080</p>	<p>Trächtige Wistar-Ratten, während Gestation (21 Tage) kontinuierlich 24h/Tag gepulstem 50-Hz-Magnetfeld ausgesetzt, vier Intensitätsstufen (5-20 nT bis 590-1200 nT)</p>	<p>Nachkommen: Kürzere Erstarungszeit (30-50 nT), kleinere Hippokampusgröße, histomorphologische Anomalien, keine Effekte bei schwächeren/stärkeren Intensitäten</p>	<p>Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine pränatale Exposition bei einem komplexen magnetischen Feld in einem engen Intensitäts-Bereich während der Entwicklung feine, aber dauerhafte Veränderungen in der Struktur und der Funktion des Hippocampus hervorruft.</p>
<p>Fragopoulou et al. (2010) „Cranial and postcranial skeletal variations induced in mouse embryos by mobile phone radiation“ emf-portal.org/de/article/17645</p>	<p>Trächtige Mäuse exponiert gegenüber gepulster GSM-900 MHz Mobiltelefonstrahlung (SAR = 0,4-0,9 W/kg) täglich ab fünf Tage vor der Paarung bis zur Geburt</p>	<p>Embryonen: kraniale und postkraniale Skelettvariationen</p>	<p>Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass eine milde Exposition bei Handy-Befeldung die fötale Entwicklung der Maus beeinflussen kann.</p>

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
<p>Franzellitti et al. (2009) „Transient DNA damage induced by high-frequency electromagnetic fields (GSM 1.8GHz) in the human trophoblast HTR-8/SVneo cell line evaluated with the alkaline comet assay“ emf-portal.org/de/article/17612</p>	<p>HTR-8/SVneo humane Trophoblastenzellen exponiert gegenüber gepulster GSM-1800 MHz-Strahlung (SAR = 2 W/kg); 5-60 min</p>	<p>Signifikante transiente DNA-Schäden (Comet-Assay), reversibel nach Erholungsphase; HSP70-Expression erhöht</p>	<p>Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine hochfrequente elektromagnetische Feld-Exposition mit einer Trägerfrequenz und einem Modulations-Schema, das typisch für ein GSM-Signal ist, die DNA-Intaktheit beeinflusst.</p>
<p>Furtado-Filho et al. (2014) „Effect of 950 MHz UHF electromagnetic radiation on biomarkers of oxidative damage, metabolism of UFA and antioxidants in the liver of young rats of different ages“ emf-portal.org/de/article/22969</p>	<p>Ratten während Schwangerschaft und frühe Postnatalphase 30 Min./Tag für 21 Tage während Schwangerschaft (oder zusätzlich 6 oder 15 Tage des Zeitraums direkt nach der Geburt) mit 950 MHz (SAR = 0,01-0,88 W/kg) exponiert</p>	<p>Verminderte Katalase, veränderte Lipidperoxidation, DNA-Schädigung und biochemische Veränderungen in der Leber der Neugeborenen</p>	<p>950 MHz-Strahlung verändert bei neugeborenen Ratten die Menge bestimmter mehrfach ungesättigter Fettsäuren (PUFA). Bei 30 Tage alten Ratten zeigt sich: bei einer Ganzkörperbestrahlung kommt es in der Leber zu genotoxischen Effekten / Schäden am Erbgut.</p>
<p>Geronikolou et al. (2014) „Diverse radiofrequency sensitivity and radiofrequency effects of mobile or cordless phone near fields exposure in Drosophila melanogaster“ emf-portal.org/de/article/26045</p>	<p>Drosophila melanogaster; Nahfeld-Exposition gegenüber einem GSM-Mobiltelefon (864,1-868, MHz, SAR = 5 mW/kg, 2 W) und einem DECT-Schnurlostelefon (1880 MHz, SAR = 0,7 mW/kg, 0,25 W); Exposition jeweils 20 Minuten pro Tag / 5 Tage</p>	<p>Bei 900 MHz-GSM-Gruppe: signifikante Abnahme der Eizahl im Vergleich zur Kontrollgruppe und zur 1880-MHz-Gruppe</p>	<p>Die Autoren schlussfolgern, dass die Nahfeld-Exposition bei einem 900 MHz-GSM-Feld eines Mobiltelefons einen höheren Stressfaktor mit Auswirkungen auf die Fortpflanzung für Drosophila melanogaster darstellt als bei einem 1880 MHz-Feld eines schnurlosen Telefons.</p>
<p>Hanci et al. (2013) „The effect of prenatal exposure to a 900-MHz electromagnetic field on the 21-day-old rat testicle“ emf-portal.org/de/article/23648</p>	<p>Sprague-Dawley-Ratten, vom 13.-21. Tag der Trächtigkeit exponiert, 900 MHz (SAR = 0,88 W/kg), 1 h/Tag, elektrische Feldstärke 10V/m, Leistungsflussdichte 0,265 W/m², Leistung 300 mW</p>	<p>Postnatal: Hodenveränderungen, kleinere Samenkanälchen, erhöhte Apoptose, Lipidperoxidation, DNA-Oxidation</p>	<p>Die Autoren schlussfolgern, dass die pränatale Exposition bei einem hochfrequenten elektromagnetischen Feld (900 MHz EMF) eine schädliche Wirkung auf die Hoden von 21 Tage alten Ratten haben könnte.</p>
<p>Holovská et al. (2021) „Effect of electromagnetic radiation on the liver structure and ultrastructure of in utero irradiated rats“ ElektrosmogReport 1-2022</p>	<p>Trächtige Wistar-Ratten, gesamte Schwangerschaft, 2 h/d mit 2,45 GHz (mittlere Leistungsdichte 2,8 mW/cm²) exponiert</p>	<p>Bei fünf Wochen alten Nachkommen: elektronenmikroskopisch ultrastrukturelle Auffälligkeiten festgestellt: vermehrte Vesikelbildung, geschwollene Mitochondrien, veränderte Mikrovilli, erweiterte Fenestrationen der Endothelzellen</p>	<p>Pränatale Exposition führte zu subtilen, aber klar erkennbaren ultrastrukturellen Veränderungen im Lebergewebe des Nachwuchses. Frühere Experimente und andere Studien berichten ähnliche Befunde. Weitere Untersuchungen sind notwendig, um das Risiko der 2,45 GHz-Strahlung in der Schwangerschaft zu klären.</p>
<p>Hou et al. (2015) „Oxidative changes and apoptosis induced by 1800-MHz electromagnetic radiation in NIH/3T3 cells“ emf-portal.org/de/article/24552</p>	<p>NIH/3T3-Mausfibroblasten, Exposition mit 1800 MHz GSM-Feld, gepulst (217 Hz), intermittierend (5 min an / 10 min aus) für 0,5-8h (SAR = 2 W/kg Mittelwert).</p>	<p>keine DNA-Schäden, erhöhte ROS (1/4/8 h), vermehrte spät-apoptotische Zellen</p>	<p>Die Autoren schlussfolgern, dass eine Exposition von embryonalen Fibroblasten der Maus bei einem 1800 MHz elektromagnetischen Feld oxidativen Stress und Apoptose fördern könnte.</p>

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
<p>Ikinci et al. (2013) „The Effects of Prenatal Exposure to a 900 Megahertz Electromagnetic Field on Hippocampus Morphology and Learning Behavior in Rat Pups“ emf-portal.org/de/article/26768</p>	<p>Trächtige Ratten wurden von Tag 13-21 täglich 1 h mit 900 MHz (300 mW Ausgangsleistung) exponiert oder nicht exponiert (je n=3).</p>	<p>Exponierte Jungtiere: höhere Latenzzeit (radiales Labyrinth), verringerte Latenzzeit (passiver Vermeidungstest), morphologische Veränderungen der Pyramidenzellen.</p>	<p>Die Autoren schließen, dass eine pränatale 900-MHz-Exposition negative Wirkungen auf Hippocampus-Morphologie und Lernverhalten weiblicher Ratten-Jungtiere haben könnte.</p>
<p>Inouye et al. (1982) „Microwave Exposure Alters Cerebellar Development in Quail Embryos“ emf-portal.org/de/article/2799</p>	<p>Japanische Wachteln, Exposition während Embryonalentwicklung, 2,45 GHz (SAR ≈ 4 mW/g), Leistungsdichte 5 mW/cm², 20 Min./d, 3.-14. Bruttag</p>	<p>Leichte Entwicklungsverzögerung Kleinhirn, Veränderungen Molekularschicht/Purkinje-Zellschicht/externe Körnerschicht, Akkumulation Granulazellen, geringeres Körper- und Gehirngewicht</p>	<p>Die Autoren bewerten die beobachteten Veränderungen als vorübergehende Entwicklungsverzögerungen, die zwar in der frühen Phase der Kleinhirnentwicklung sichtbar sind, sich aber im weiteren Verlauf ausgleichen.</p>
<p>Islam et al. (2023) „4G mobile phone radiation alters some immunogenic and vascular gene expressions, and gross and microscopic and biochemical parameters in the chick embryo model“ ElektrosmogReport 4-2023</p>	<p>Hühnerembryonen (Indian River), 2100 MHz (LTE/4G) (SAR = 1,4 W/kg), Exposition 60 min./d, 7.-14. Bruttag, Smartphone (Samsung Galaxy J5), Abstand 12 cm</p>	<p>Vermindertes Wachstum (Gewicht/Länge), Blutungen unter der Haut, veränderte Blutwerte (Nieren- und Leberenzyme erhöht), Schäden an Leber und Gehirn (degenerierte Nervenzellen, Zellveränderungen), weniger Lymphozyten, veränderte Genaktivität (↑ VEGF-A, ↓ AvBD9/IL6)</p>	<p>Die Exposition gegenüber Mobilfunkstrahlung kann zu groben, mikroskopischen und biochemischen Veränderungen sowie zu Veränderungen der Genexpression führen, die die Embryonalentwicklung beeinträchtigen könnten.</p>
<p>Jensh et al. (1983) „An evaluation of the teratogenic potential of protracted exposure of pregnant rats to 2450-MHz microwave radiation. II. Postnatal psychophysiological analysis“ emf-portal.org/de/article/2818</p>	<p>Schwangere Ratten, Exposition 2,45 GHz, 20 mW/cm², kontinuierlich 6 h/Tag während der gesamten Trächtigkeit; Nachkommen postnatal untersucht</p>	<p>Exponierte Nachkommenschaft war aktiver als die Nachkommenschaft der Kontroll-Tiere.</p>	<p>Diese Ergebnisse deuten auf mögliche strahlungsbedingte Verhaltensänderungen hin. Weitere Studien sind erforderlich, um die Möglichkeit von mikrowellenstrahlungsbedingten Veränderungen im Verhalten von Tieren zu untersuchen.</p>
<p>Jha et al. (2025) „Effects of 700 MHz radiofrequency radiation (5G lower band) on the reproductive parameters of female Wistar rats“ ElektrosmogReport 2-2025</p>	<p>Weibl. Wistar-Ratten, 700 MHz, 7,192 W/m² (SAR = 0,375 W/kg); Kurzzeit: 6 h/Tag, 10 Tage (n = 6); Langzeit: 4 h/Tag, 60 Tage (n = 8); Vergleich mit schein- und unbefeldeten Kontrollen</p>	<p>unregelmäßiger Zyklus, leicht erhöhtes männliches Hormon, weibliche Hormone unverändert, mehr Zellstress (MDA1), weniger körpereigene Schutzenzyme (SOD↓, FRAP↓), bei Langzeit: Veränderungen an Eierstock-Follikeln & Blutgefäßen</p>	<p>Kurz- und Langzeitbefeldung verursachten oxidativen Stress in den Ovarien; histopathologische Veränderungen traten nur nach Langzeitbefeldung auf. Testosteron leicht erhöht, aber nicht pathologisch. Östruszyklus ohne relevante Veränderungen. Die Autoren sehen Risiken nicht-thermischer Effekte unterhalb der Grenzwerte und fordern weitere Forschung.</p>
<p>Jing et al. (2012) „The influence of microwave radiation from cellular phone on fetal rat brain“ emf-portal.org/de/article/20145</p>	<p>Trächtige Ratten, dreimal pro Tag (3 x 10, 30 oder 60 min) an 20 Tagen während der Trächtigkeit Handyexposition (SAR = 0,9 W/kg)</p>	<p>Längere Exposition: ↓ antioxidative Enzyme & ↑ oxidativer Stress; Neurotransmitter (Noradrenalin/Dopamin) zunächst ↑, bei längerer Exposition ↓</p>	<p>Eine bestimmte Dauer der Mikrowellenstrahlung von Mobiltelefonen während der Schwangerschaft könnte bestimmte Schäden am Gehirn von Rattenföten verursachen.</p>

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
<p>Khayat S et al. (2023) „Effects of prenatal mobile phone radiation exposure on MMP9 expression: Implications for inflammation, oxidative stress, and sensory-motor impairment after neonatal hypoxia- ischemia in rats“ ElektrosmogReport 1-2026</p>	<p>20 trächtige Ratten; 900 MHz, nominelle Leistung 2 W/kg; gemessene Leistungsdichte 0,45 mW/m² (20 cm Abstand); Exposition 12 h/Tag während der gesamten Trächtigkeit. Nach Geburt: männliche Nachkommen in 4 Gruppen (Sham, Exp, HI, HI/Exp). Untersuchungen an Tag 15</p>	<p>Nachkommen ohne Sauerstoffmangel: keine Effekte, Nachkommen mit Sauerstoffmangel: größere Hirnschäden, mehr Schwellung, schlechtere Motorik, MMP-9 stärker aktiv, mehr Entzündung/Zellstress</p>	<p>Die pränatale Mobilfunkexposition verschlechterte die Prognose bei hypoxisch-ischämischer Hirnschädigung: Sie war mit erhöhter MMP-9-Expression, gestörter Blut-Hirn-Schranke, mehr Entzündung, oxidativem Stress und verstärktem Hirnödem assoziiert. Ohne Hypoxie zeigte die Exposition keine Effekte.</p>
<p>Kim et al. (2021) „Biological effects of exposure to a radiofrequency electromagnetic field on the placental barrier in pregnant rats“ ElektrosmogReport 3-2021</p>	<p>Trächtige Sprague-Dawley-Ratten, Ganzkörperexposition mit 915 MHz (SAR = 4 W/kg), 8h/Tag vom 1. bis 19. Trächtigkeitstag</p>	<p>Exponierte Muttertiere: erhöhte Cortisolwerte im Blut und in den Nebennieren</p>	<p>Die Exposition führte zu erhöhtem mütterlichem Cortisol als Stressreaktion, die Plazentaschranke blieb jedoch funktionell intakt, sodass der Fötus trotz mütterlichem Stress geschützt war.</p>
<p>Kim et al. (2024) „Exposure to radiofrequency induces synaptic dysfunction in cortical neurons causing learning and memory alteration in early postnatal mice“ ElektrosmogReport 4-2024</p>	<p>Neugeborene Mäuse, Befeldung ab Tag 1 für 4 Wochen, 1850 MHz kontinuierliche Wellen (SAR = 4 W/kg), 5 h/Tag</p>	<p>↓ dendritische Dornenfortsätze, ↓ PSD95-Expression, ↓ Neuritenwachstum, ↓ Verzweigung, ↓ Neuroligin 2/3-, Neurexin 1α- und CDK5-Expression, ↓ räumliches Lernen und Gedächtnis</p>	<p>Die Ergebnisse unterstreichen das Potenzial einer RF-EMF-Exposition während der Kindheit, die synaptische Funktion in der Großhirnrinde zu stören und dadurch die Entwicklungsstadien des Nervensystems zu beeinträchtigen und möglicherweise spätere kognitive Funktionen zu beeinflussen.</p>
<p>Kismali et al. (2012) „The influence of 1800 MHz GSM-like signals on blood chemistry and oxidative stress in non-pregnant and pregnant rabbits“ emf-portal.org/de/article/20163</p>	<p>36 Kaninchen (trächtig/nicht trächtig), Exposition 1800 MHz GSM-ähnliche Signale, 15 min/Tag, 7 Tage (Tag 15–22 der Trächtigkeit), Ganzkörperbefeldung, Leistungsdichte 0,052 mW/cm² (SAR = nicht angegeben)</p>	<p>Kleinere Veränderungen in Blutchemie; deutlicher Anstieg von Kreatinkinase und CK-MB bei trächtigen exponierten Tieren</p>	<p>Es wurden geringfügige Veränderungen bei einigen Blutchemieparametern festgestellt, aber die Erhöhungen von CK-MB und CK waren beachtlich. Studien zur RFR-Exposition während der Schwangerschaft werden dazu beitragen, internationale Standards für den Schutz schwangerer Frauen vor RFR in der Umwelt festzulegen.</p>
<p>Köktürk et al. (2013) „Effect of Lycopersicon esculentum extract on apoptosis in the rat cerebellum, following prenatal and postnatal exposure to an electromagnetic field“ emf-portal.org/de/article/23321</p>	<p>Ratten, pränatal/postnatal 900 MHz EMF-Exposition, 30 min/d bis zum Alter von 80 Tagen, Vergleichsgruppen mit/ohne Lycopersicon esculentum (Tomatenextrakt; 2g/kg/d)</p>	<p>EMF erhöhte Apoptose im Kleinhirn, Tomatenextrakt verringerte Zahl apoptotischer Zellen signifikant</p>	<p>Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass die pränatale und postnatale Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern Apoptose und Neurodegeneration im Kleinhirn von Ratten induzieren könnte und dass Tomatenextrakt diesen Effekt verhindern könnte.</p>
<p>Li et al. (2012) „A Prospective Study of In-utero Exposure to Magnetic Fields and the Risk of Childhood Obesity“ emf-portal.org/de/article/21031</p>	<p>Prospektive Kohortenstudie, USA, 829 Schwangere (733 auswertbar), Magnetfeldexposition 50/60 Hz, 24-h-Messung (40–800 Hz, alle 10s), Expositionsgruppen ≤ 0,15 µT vs. > 0,15 µT, Kinder nach Geburt bis 13 Jahre beobachtet</p>	<p>Pränatale Exposition > 0,15 µT assoziiert mit erhöhtem Risiko für kindliche Adipositas (OR 1,7; KI 1,01–2,84), Dosis-Wirkungsbeziehung, Zusammenhang nur bei dauerhafter Adipositas</p>	<p>Autoren sehen pränatale Magnetfeldexposition als neuen Umweltfaktor, der zur weltweiten Adipositas-Epidemie beitragen könnte; fordern Berücksichtigung in Präventionsstrategien und weiteren Studien.</p>

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
<p>Lu et al. (2017) „Association of excessive mobile phone use during pregnancy with birth weight: an adjunct study in Kumamoto of Japan Environment and Children's Study“ emfdata.org/de/studien/de-tail?id=709</p>	<p>Japan, Befragungsstudie, 461 Mutter-Kind-Paare, Einteilung exzessive Nutzung (n=46) vs. normale Nutzung (n=415), Endpunkte: Geburtsgewicht, Körpermaße, Art der Entbindung, Schwangerschaftsdauer, Plazentagewicht, Notfalltransport, Frühgeburt</p>	<p>Niedrigeres Geburtsgewicht und höhere Notfalltransportrate bei Säuglingen nach übermäßiger mütterlicher Handynutzung.</p>	<p>Übermäßige Handynutzung während der Schwangerschaft kann ein Risikofaktor für ein geringeres Geburtsgewicht und eine hohe Rate an Notfalltransporten von Säuglingen sein.</p>
<p>Luo et al. (2013) „Proteomic analysis on the alteration of protein expression in the early-stage placental villous tissue of electromagnetic fields associated with cell phone exposure“ emf-portal.org/de/article/21793</p>	<p>Freiwillige Frauen ca. 50 Tage schwanger, Exposition gegenüber Handy-EMF (SAR = 1,6-8,8W/kg), 1 h, Gerät 10 cm vom Nabel entfernt, Analyse der Choriongewebe mittels 2-DE</p>	<p>Deutliche Veränderungen im Proteinhmuster; 9 Proteine vermindert, 6 erhöht; betroffen u. a. Zellwachstum, Signalweiterleitung, Energiehaushalt, Stressreaktion; 12 veränderte Proteine identifiziert, 3 labortechnisch bestätigt</p>	<p>Die Autoren schließen daraus, dass Mobilfunkstrahlung die Eizweißproduktion in Gewebe der frühen Schwangerschaft (Chorion-Zotten-Gewebe) verändern kann.</p>
<p>Magras & Xenos (1997) „RF radiation-induced changes in the prenatal development of mice“ emf-portal.org/de/article/2792</p>	<p>Mäuse (BALB/c/f), zwölf Paare in zwei Gruppen, pränatal Ganzkörperexposition 88,5-950 MHz durch TV-/Rundfunksender und Mobilfunk-Basisstationen, fünfmal gepaart, HF-Leistungsdichten 1680-10530 µW/m² (SAR = 1,936 µW/g / Schule), insgesamt 118 Neugeborene untersucht</p>	<p>Progressiver Rückgang der Anzahl der Neugeborenen pro Muttertier bis hin zu irreversibler Unfruchtbarkeit; verbesserte Entwicklungsparameter (Scheitel-Steiß-Länge, Körpergewicht, Wirbelanzahl) bei Neugeborenen</p>	<p>HF-Befeldung führte zu reduzierter Fertilität, jedoch zu positiven Effekten auf bestimmte Entwicklungsparameter der Neugeborenen.</p>
<p>Mahmoudabadi et al. (2015) „Use of mobile phone during pregnancy and the risk of spontaneous abortion“ emf-portal.org/de/article/27064</p>	<p>Fall-Kontroll-Studie in Teheran mit Frauen 18-35 J.; 292 Fälle (< 14. SSW, spontaner Abort) und 308 Kontrollen (> 14. SSW). Erfasst: sozioökonomische/medizinische Daten und Handyutzung (Gesprächsdauer, Aufbewahrungsort, Freisprecheinrichtung, Anwendungen, SAR/effektiver SAR)</p>	<p>Signifikante Beziehung zwischen effektiver SAR und Risiko spontaner Fehlgeburt; Risiko steigt bei höherer Mobilfunkstrahlung</p>	<p>Trotz unbekannter Mechanismen ist ein Zusammenhang zwischen Mobilfunknutzung und früher Fehlgeburt möglich, auch wenn einige Unsicherheiten bestehen. Weitere Studien seien nötig.</p>
<p>Manta et al. (2014) „Reactive oxygen species elevation and recovery in Drosophila bodies and ovaries following short-term and long-term exposure to DECT base EMF“ emf-portal.org/de/article/22869</p>	<p>Drosophila melanogaster (Fruchtfliegen), exponiert gegenüber DECT-Basisstation (1880-1900 MHz, SAR = 0,009 W/kg), kurz- und langfristige Ganzkörperbefeldung</p>	<p>Kurzfristige/ langfristige Exposition führte zu signifikantem Anstieg von ROS in Körper und Ovarien. Nach Beendigung: Erholung, d. h. Rückgang der ROS-Werte</p>	<p>Vermutet wird, dass der gepulste Ruhezustand der DECT-Strahlung trotz niedriger SAR freie Radikale erzeugt, was bei Dauerexposition zu ROS-Anreicherung und nach Unterbrechung zu Erholung durch antioxidative Mechanismen führt.</p>

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
<p>Margaritis et al. (2014) „Drosophila oogenesis as a bio-marker responding to EMF sources“ emf-portal.org/de/article/23306</p>	<p>Drosophila melanogaster und virilis; Exposition durch GSM-Handy (SAR laut Hersteller 1,2 W/kg), DECT-Basis / Handgerät, WLAN, Bluetooth, Babyfon, FM-Radio, Mikrowellenofen; Frequenzen 27,15 MHz-2,44 GHz; gemessene Feldstärken je nach Abstand ca. 22 V/m (0 cm), 2 V/m (10 cm), 0,4 V/m (20 cm); Expositionsdauer 6-60 min/d, 1-9 Tage</p>	<p>Reduktion der F1-Puppen bei fast allen EMF-Quellen; erhöhte Apoptose; stärkere Effekte bei höherer Feldstärke und Mehrfachquellen</p>	<p>Die Autoren schlussfolgern, dass elektromagnetische Felder, emittiert von verschiedenen Geräten, die Fortpflanzung der Taufliege Drosophila spec. beeinträchtigen könnten.</p>
<p>Mehta et al. (2025) „From adults to offspring: Wi-Fi RF-EMR exposure in adult zebrafish impairs reproduction and transgenerationally effects development and behavior of progeny“ ElektrosmogReport 1-2026</p>	<p>Adulte Zebrafische, 30 Tage täglich 4 h WLAN-Exposition (Router-Videostream), SAR = 0,716-2,59 W/kg, Leistungsdichte 1,9-6,8 W/m²</p>	<p>Elterntiere: geschädigte Eierstöcke und Hoden, weniger gesunde Keimzellen, Nachkommen: mehr Fehlbildungen, höhere Sterblichkeit, weniger Bewegung, mehr Stress, schlechtere Lernleistung</p>	<p>Die WLAN-Exposition führte bei erwachsenen Zebrafischen zu Schäden an den Fortpflanzungsorganen und verursachte bei ihren Nachkommen Entwicklungs- und Verhaltensstörungen, jeweils dosisabhängig. Als mögliche Ursachen nennen die Autoren oxidativen Stress, gestörte Mitochondrienfunktionen und epigenetische Veränderungen.</p>
<p>Nakamura et al. (2000) „Uteroplacental circulatory disturbance mediated by prostaglandin f2alpha in rats exposed to microwaves“ emf-portal.org/de/article/14326</p>	<p>Trächtige/nicht-trächtige Ratten; Exposition 2450 MHz CW-Mikrowellen, Leistungsdichte 2 mW/cm², 90 min</p>	<p>In trächtigen Ratten reduzierte uteroplazentare Durchblutung, erhöhte Progesteron- und PGF₂α-Spiegel; Angiotensin II verhinderte diese Effekte; Corticosteron ↑ und Estradiol ↓ unabhängig von Trächtigkeit</p>	<p>2450 MHz CW-Mikrowellen verursachen nicht-thermische uteroplazentare Durchblutungsstörungen und hormonelle Dysregulation während der Schwangerschaft, vermutlich vermittelt über PGF₂α. Diese Störungen stellen potenzielles Risiko für die Schwangerschaft dar.</p>
<p>Odaci et al. (2008) „Effects of prenatal exposure to a 900 MHz electromagnetic field on the dentate gyrus of rats: a stereological and histopathological study“ emf-portal.org/de/article/16324</p>	<p>Schwangere Wistar-Ratten; pränatale Exposition 900 MHz (CW, SAR-Spitzenwert = 2 W/kg), 60 min/d während gesamter Trächtigkeit; Leistungsflussdichte 1 mW/cm²; Teilkörperexposition Kopf</p>	<p>Nachkommen: signifikante Reduktion der Körnerzellzahl im Gyrus dentatus; veränderte Morphologie mit dunkel gefärbten Neuronen in der Expositionsgruppe</p>	<p>Die pränatale 900-MHz-EMF-Exposition verringerte signifikant die Zahl der Granularzellen im Gyrus dentatus (P<0,01), was auf eine beeinträchtigte Entwicklung bzw. gehemmte Neurogenese dieser Zellen hindeutet.</p>
<p>Odaci et al. (2015) „Pathological effects of prenatal exposure to a 900 MHz electromagnetic field on the 21-day-old male rat kidney “ emf-portal.org/de/article/25677</p>	<p>Schwangere Ratten; pränatale Exposition 900 MHz (CW, SAR-Spitzenwert 2 W/kg), 1 h/Tag an GD13-21; Leistungsflussdichte 1 mW/cm²; Teilkörperexposition Kopf; Untersuchung männlicher Nachkommen an Tag 21</p>	<p>Nachkommen: pathologische Veränderungen in Niere: vergrößerte Bowman-Kapseln, Tubuluszell-Degeneration, Glomeruli-Verlust</p>	<p>Die Autoren schließen, dass eine pränatale Exposition gegenüber 900-MHz-EMF die Nierenentwicklung 21 Tage alter männlicher Ratten nachteilig beeinflusst. Eine solche Exposition kann pathologische Veränderungen, oxidativen Stress und eine Verringerung antioxidativer Enzymaktivitäten hervorrufen.</p>

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
<p>Odaci et al. (2016) „Effects of prenatal exposure to a 900 MHz electromagnetic field on 60-day-old rat testis and epididymal sperm quality“ emf-portal.org/de/article/28070</p>	<p>Trächtige Ratten von Tag 13-21 täglich 1 h mit 900 MHz bestrahlt; zwei Gruppen (Kontrolle, EMF); Nachkommen an Tag 60 untersucht</p>	<p>Nachkommen: verringerte Spermienbeweglichkeit und -vitalität, erhöhte DNA-Schädigung und Zelltod sowie ausgeprägte Veränderungen der Hoden- und Nebenhodenstruktur</p>	<p>Pränatale 900-MHz-Exposition beeinträchtigt die Hodenentwicklung der Nachkommen und führt zu schlechterer Spermienqualität, erhöhter oxidativer und DNA-Schädigung sowie ausgeprägten histologischen Veränderungen.</p>
<p>Othman et al. (2017) „Effects of Prenatal Exposure to WIFI Signal (2.45 GHz) on Postnatal Development and Behavior in Rat: Influence of Maternal Restraint“ emf-portal.org/de/article/32025</p>	<p>Trächtige Rattenweibchen (n = 6); vier Gruppen: Kontrolle / WLAN / Fixierung / WLAN + Fixierung; kommerzieller Router D-Link DWAL-3200 AP (802.11g); Antennen 25 cm vom Käfig; Befeldung 2h/Tag; Beginn der Trächtigkeit bis Geburt</p>	<p>Nachkommen: beeinträchtigte körperliche Entwicklung; gestörte neuromotorische Reifung; Angst, Motorik- und Explorationsdefizite; globaler oxidativer Stress im Gehirn; gestörte Serumwerte (Phosphor, Magnesium, Glucose, Triglyceride, Calcium)</p>	<p>Insgesamt führten pränatale WLAN-Strahlung und Ruhigstellung, sowohl einzeln als auch in Kombination, zu mehreren Verhaltens- und biochemischen Beeinträchtigungen sowohl im jugendlichen als auch im erwachsenen Alter der Nachkommen.</p>
<p>Othman et al. (2017) „Postnatal development and behavior effects of in-utero exposure of rats to radiofrequency waves emitted from conventional WiFi devices“ emf-portal.org/de/article/31817</p>	<p>Schwangere Wistar-Ratten; pränatale Exposition 2,45 GHz (WLAN), 2h/Tag während gesamten Trächtigkeit; Ganzkörperexposition; Untersuchung der Nachkommen im Alter von 28/43 Tagen</p>	<p>Nachkommen: Verzögerte Reflex- und Motorikentwicklung, frühere Augenöffnung, reduzierte Wurfgröße, oxidativer Stress im Gehirn, veränderte Cholinesterasen</p>	<p>Die Autoren schlussfolgern, dass eine pränatale Exposition von Ratten bei einem WLAN-Signal die neuronale Entwicklung von Ratten-Jungen verschlechtern und biochemische Veränderungen im Gehirn von jungen Ratten hervorrufen könnte, jedoch keine Wirkungen auf das Verhalten hat.</p>
<p>Ozgun (2013) „Effects of Prenatal and Postnatal Exposure to GSM-Like Radiofrequency on Blood Chemistry and Oxidative Stress in Infant Rabbits, an Experimental Study“ emf-portal.org/de/article/21970</p>	<p>72 Kaninchen; 4 Gruppen (Kontrolle; pränatal 15 min/Tag 7 Tage; postnatal 15 min/Tag; pränatal + postnatal); Exposition 1800 MHz GSM-ähnliche RFR; Ganzkörperbefeldung</p>	<p>Nachkommen: Serum-Lipidperoxidation ↑ (m/w); Blutchemie verändert (geschlechtsabhängig: Kreatinin, Harnsäure, Harnstoff, AST, Glucose, Gesamtprotein, GGT, ALT)</p>	<p>Aus diesen Ergebnissen kann man schließen, dass durch die 1800 MHz statistisch signifikante Veränderungen in einigen Blutparametern, insbesondere der Lipidperoxidation, bei den jungen Kaninchen entstehen. Die 1800-MHz-Bestrahlung führte neben den Veränderungen in vielen Blutparametern zu oxidativem Stress.</p>
<p>Ozorak et al. (2013) „Wi-Fi (2.45 GHz)- and Mobile Phone (900 and 1800 MHz)-Induced Risks on Oxidative Stress and Elements in Kidney and Testis of Rats During Pregnancy and the Development of Offspring“ emf-portal.org/de/article/23656</p>	<p>Trächtige Ratten wurden während der gesamten Schwangerschaft täglich 60 min exponiert: WLAN 2,45 GHz, Mobilfunk 900 MHz / 1800 MHz (SAR = 0,18 W/kg Mittelwert (± 0,07 W/kg); 1,2 W/kg Maximum (0,01-1,2 W/kg))</p>	<p>In Hoden und Niere der Nachkommen: erhöhter oxidativer Stress, verminderte antioxidative Enzymaktivitäten, veränderte Spurenelement-Konzentrationen</p>	<p>Die Autoren schlussfolgern, dass die Exposition bei hochfrequenten elektromagnetischen Feldern oxidativen Stress verursachte und den Gehalt an Antioxidantien verringerte.</p>
<p>Panagopoulos et al. (2004) „Effect of GSM 900 MHz mobile phone radiation on the reproductive capacity of Drosophila melanogaster“ emf-portal.org/de/article/12701</p>	<p>Taufliege Drosophila; exponiert gegenüber GSM-900 MHz; Mobiltelefon; 6 min/Tag für 2-5 Tage; zwei Modi (Standby/Basic: ~17 V/m, 0,04 mW/cm²; Talk: ~37 V/m, 0,44 mW/cm²); Nahfeld</p>	<p>Gepulste HF-Strahlung von GSM-900-Mobiltelefonen (Sprech- vs. Nicht-Sprechmodus): Fortpflanzungsfähigkeit ↓ 50-60 % bzw. 15-20 % (beide Geschlechter)</p>	<p>Die Daten deuten darauf hin, dass diese Feldbestrahlung die Geschwindigkeit der zellulären Prozesse während der Keimdrüsenentwicklung bei Insekten verringert.</p>

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
<p>Panagopoulos et al. (2007) „Cell death induced by GSM 900-MHz and DCS 1800-MHz mobile tele-phony radiation“ emf-portal.org/de/article/14278</p>	<p>Weibliche Taufliegen <i>Drosophila melanogaster</i> wurden 6 Tage lang täglich 6 min GSM-900- bzw. DCS-1800-Feldern ausgesetzt (SAR = 0,0028-0,0043 W/kg)</p>	<p>Verringerte Eiablage, erhöhter Zelltod in den Eierstöcken (Germarium, Stadien 7–8), DNA-Fragmentierung (TU-NEL-positiv), Zelltod nachgewiesen in: Nährzellen, Follikelzellen, Oozyte</p>	<p>Die Autoren schließen, dass die verringerte Eiablage durch EMF-Exposition auf den massiven Zelltod in frühen und mittleren Stadien der Oogenese zurückzuführen ist, der durch GSM- und DCS-Felder ausgelöst wird, wobei Germarium und Stadien 7-8 am empfindlichsten reagieren.</p>
<p>Panagopoulos et al. (2009) „Biological and Health Effects of Mobile Telephone Radiations“ emf-portal.org/de/article/18335</p>	<p>Taufliegen <i>Drosophila melanogaster</i>; 10♀ + 10♂ pro Gruppe; GSM 900 MHz und DCS 1800 MHz; 6 Min/Tag über 2-6 Tage bestrahlt; SAR = 0,89 W/kg (maximal, Herstellerangabe für den Kopf)</p>	<p>Reproduktion um bis zu 60 % vermindert; Weibchen stärker betroffen; DNA-Fragmentierung in Gonaden; GSM biologisch aktiver als DCS; nicht-lineare Wirkungsstärke mit Fenstereffekt um ~10 µW/cm²; stärkste Wirkung bei >200 µW/cm²</p>	<p>Kurze tägliche Exposition über wenige Tage reduziert die Reproduktionsfähigkeit deutlich; Wirkung beruht auf DNA-Schäden in Keimzellen; beide Mobilfunksignale (GSM/DCS) biologisch aktiv; Intensität und Abstand bestimmen die Stärke der Schädigung; Fenstereffekte bestätigen hohe Sensitivität der Oogenese.</p>
<p>Panagopoulos (2012) „Effect of microwave exposure on the ovarian development of <i>Drosophila melanogaster</i>“ emf-portal.org/de/article/20327</p>	<p>Taufliege <i>Drosophila</i>; exponiert gegenüber GSM-900 MHz (gepulst, Mobiltelefon, Sprechmodus); 6 min alle 10 h, bis zu 5x; SAR max. 0,795 W/kg; Nahfeld</p>	<p>Ovarien kleiner; ausgeprägte Ovariolen-/Eikammer-Destruktion; DNA-Schäden (TU-NEL/AO-positiv); erhöhter Zelltod; stärkster Unterschied 39-45 h nach Eclosion (mid-late Oogenese)</p>	<p>Zusammenfassend zeigen die Daten, dass die GSM-Exposition die Entwicklung der Eierstöcke bei <i>Drosophila melanogaster</i> verzögerte und dass diese Auswirkungen wahrscheinlich durch eine DNA-Schädigung und die Induktion von Zelltod in den Eikammerzellen, während der frühen und mittleren Oogenese verursacht wurden.</p>
<p>Popovičová et al. (2024) „Effect of microwave radiation on adult neurogenesis and behavior of prenatally exposed rats“ ElektrosmogReport 2-2025</p>	<p>Pränatale Exposition trächtiger Wistar-Ratten: 2,45 GHz gepulst, 28 W/m² (SAR = 1,73 W/kg), 2h/Tag; Nachkommen n=12, untersucht mit 5 Wochen (juvenil) und 3 Monaten (adult)</p>	<p>Juvenile Tiere: mehr Zellteilung, mehr Zelltod, weniger reife Nervenzellen; Adulte Tiere: weniger Zellteilung, mehr Zelltod, weniger reife Nervenzellen, dazu weniger Angst und mehr Hyperaktivität</p>	<p>Pränatale WLAN-Exposition führte zu langfristigen Störungen der Neurogenese, mit anfangs erhöhter und später verringerter Zellteilung sowie dauerhaft erhöhtem Zelltod. Die damit verbundenen Verhaltensänderungen wirkten ADHS-ähnlich, wobei die Übertragbarkeit auf den Menschen noch unklar bleibt.</p>
<p>Razavinasab et al. (2014) „Maternal mobile phone exposure alters intrinsic electrophysiological properties of CA1 pyramidal neurons in rat offspring“ emf-portal.org/de/article/24398</p>	<p>Pränatale Ganzkörperexposition trächtiger Wistar-Ratten: 900 MHz, gepulst, 6h/Tag während gesamter Trächtigkeit (SAR = 0,3-0,9 W/kg)</p>	<p>Nachkommen: verringerte neuronale Erregbarkeit (weniger Aktionspotenziale, stärkere Nachhyperpolarisation), deutliche Lern- und Gedächtnisdefizite in beiden Verhaltenstests, normale Hirnmorphologie</p>	<p>Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Exposition gegenüber Mobiltelefonen die kognitiven Leistungen sowohl weiblicher als auch männlicher Ratten-nachkommen beeinträchtigt.</p>

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
<p>Rezk et al. (2008) „Fetal and neonatal responses following maternal exposure to mobile phones“ emf-portal.org/de/article/15630</p>	<p>90 gesunde schwangere Frauen (25.-40.SSW) und 30 Neugeborene; Messung je 10 min ohne/mit 900-MHz-Handy; Neugeborene innerhalb 48h im Arm der Mutter untersucht</p>	<p>Deutlicher Anstieg der fötalen und kindlichen Herzfrequenz während Handyexposition; signifikante Abnahme von Schlagvolumen und Herzzeitvolumen; Effekte waren in späteren Schwangerschaftswochen schwächer</p>	<p>Die Exposition schwangerer Frauen gegenüber Mobiltelefonen erhöht die Herzfrequenz des Fötus und des Neugeborenen signifikant und senkt das Herzzeitvolumen signifikant.</p>
<p>Salameh et al. (2022) „Effects of continuous prenatal and postnatal global system for mobile communications electromagnetic waves (GSM-EMW) exposure on the oxidative stress biomarkers in female rat liver“ emf-portal.org/de/article/49473</p>	<p>Weibliche Ratten; Befeldung ab Befruchtung bis 1, 9 oder 21 Tage nach der Geburt; 900 MHz (SAR = 0,78W/kg), 24/7</p>	<p>Nachkommen: Ab Tag9 deutlicher Anstieg von oxidativem Stress im Lebergewebe; wichtige antioxidative Schutzenzyme teils vermindert; Stress-, Entzündungs- und Apoptose-Gene je nach Alter stark verändert; Nrf-2-Protein an Tag9 reduziert</p>	<p>Die kontinuierliche 900-MHz-GSM-Exposition vor und nach der Geburt führt laut Autoren zu altersabhängigen Störungen von antioxidativen Schutzsystemen, Apoptose- und Entzündungsprozessen. Die gleichzeitige Beeinträchtigung von Redoxhomöostase und Immunantwort könnte später das Risiko für chronische Krankheiten wie Diabetes und Krebs erhöhen.</p>
<p>Salameh et al. (2023) „Impact of GSM-EMW exposure on the markers of oxidative stress in fetal rat liver“ ElektrosmogReport 1-2024</p>	<p>Trächtige Ratten 24h/Tag mit 900 MHz GSM-EMF bestrahlt (SAR = 0,77W/kg); Leber der Feten an mehreren Entwicklungszeitpunkten untersucht</p>	<p>Erhöhter oxidativer Stress, Apoptose und Entzündungsmarker im fötalen Lebergewebe</p>	<p>Die Autoren schließen, dass eine dauerhafte Mobilfunkexposition während der Schwangerschaft den oxidativen Stress sowie apoptotische und entzündliche Prozesse im fetalen Lebergewebe beeinflussen kann – und zwar abhängig vom Entwicklungsstadium.</p>
<p>Sangun et al. (2015) „The effects of long-term exposure to a 2450 MHz electromagnetic field on growth and pubertal development in female Wistar rats“ emf-portal.org/de/article/24187</p>	<p>Junge weibliche Ratten; 3 Gruppen (Kontrolle, prä- und postnatal bestrahlt); 2450 MHz, 1 h/Tag, Nahfeld 45,5V/m (Ganzkörper-SAR = 0,143 W/kg); Exposition von der Schwangerschaft bis zur Pubertät;</p>	<p>Nachkommen: Chronischer oxidativer Stress in Eierstöcken und Gehirn; luteinisierendes Hormon erhöht; verzögerter Pubertätseintritt</p>	<p>Die Studie ergab, dass durch oxidativen Stress und die Unterdrückung der körpereigenen Antioxidantien die Zellen der Föten geschädigt wurden. Die Autoren weisen auf die Konsequenzen hin: oxidativen Stress, DNA-Strangbrüche, anormale Schwangerschaft</p>
<p>Setia et al. (2025) „Radiofrequency Electromagnetic Field Emissions and Neurodevelopmental Outcomes in Infants: A Prospective Cohort Study“ emf-portal.org/de/article/60360</p>	<p>Prospektive Kohortenstudie mit Säuglingen; RF-EMF-Belastung durch Mobilfunk-Basisstationen und Haushaltsgeräte während Schwangerschaft und erstem Lebensjahr; Strahlungsniveau mit Narda SRM-3006 gemessen (0,62-32,36mW/m², Tertile niedrig/mittel/hoch)</p>	<p>Höhere RF-EMF-Belastung (mittlere/hohe Tertile: 8,66-32,36mW/m²) -> ↓ motorische und kognitive Scores; ↑ Risiko für Entwicklungsauffälligkeiten in Feinmotorik und Problemlösung; niedriges Geburtsgewicht verstärkte Risiko</p>	<p>Auch nachdem der Einfluss des niedrigen Geburtsgewichts statistisch herausgerechnet wurde, blieben höhere Strahlungswerte mit schlechteren Ergebnissen in Problemlösung sowie im personal-sozialen Bereich verbunden. Daher sollte die neurologische Entwicklung von Kindern mit erhöhter RF-EMF-Belastung besonders überwacht werden.</p>

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
<p>Shahin et al. (2013) „2.45 GHz Microwave Irradiation-Induced Oxidative Stress Affects Implantation or Pregnancy in Mice, Mus musculus“ emf-portal.org/de/article/21672</p>	<p>Mäuse, 2,45 GHz, 2 h/Tag über 45 Tage bestrahlt (SAR = 0,023 W/kg)</p>	<p>2,45-GHz-Exposition (0,023 W/kg) → gestörte Implantation / keine Trächtigkeit (Embryonenentwicklung); hormonelle Veränderungen, DNA-Schäden im Gehirn, oxidativer Stress (↑ROS, ↓SOD/Katalase/GPx) und hämatologische Anstiege (Muttertiere)</p>	<p>Die Autoren schlussfolgern, dass eine schwache 2,45 GHz Mikrowellen-Exposition einen Einfluss auf die Implantation und die Trächtigkeit bei Mäusen haben könnte, vermittelt durch oxidativen Stress.</p>
<p>Shahin et al. (2017) „Mobile phone (1800 MHz) radiation impairs female reproduction in mice, Mus musculus, through stress induced inhibition of ovarian and uterine activity“ emf-portal.org/de/article/32689</p>	<p>Mäuse wurden 120 Tage lang, 3 h/Tag mit einem GSM-Mobiltelefon (Nokia 100, 1800MHz) exponiert. Vier Gruppen: Kontrolle, Stand-by, Anrufen, Empfangen</p>	<p>Strukturveränderungen der Geschlechtsorgane, erhöhter oxidativer/nitrosativer Stress, geschwächte antioxidative Abwehr, reduzierte Steroidogenese & Hormonrezeptoren, LH/FSH ↓</p>	<p>Langzeit-Exposition mit 1800-MHz-Mobilfunk beeinträchtigt das weibliche Fortpflanzungssystem, vermutlich durch erhöhten oxidativen und nitrosativen Stress sowie Funktionsstörungen von Hypothalamus, Eierstöcken und Gebärmutter.</p>
<p>Stasinopoulou et al. (2016) „Effects of pre- and postnatal exposure to 1880-1900 MHz DECT base radiation on development in the rat“ emf-portal.org/de/article/30181</p>	<p>Wistar-Ratten während der Schwangerschaft täglich 12 h bei 1880-1900 MHz DECT-Basisstation, mittlere Feldstärke 3,7 V/m; nach der Geburt wurden einige Muttertiere und Nachkommen weitere 22 Tage gleich exponiert</p>	<p>Embryonen: erhöhte Herzfrequenz; Neugeborene: veränderte Körpermaße; 22-Tage-Nachkommen: Pyramidenzellverlust & GFAP-Überexpression</p>	<p>Veränderte Hirnintegrität der 22-Tage-alten Jungtiere könnte mit entwicklungsbedingten Verhaltensänderungen im fetalen Zeitraum zusammenhängen.</p>
<p>Sudan et al. (2012) „Prenatal and Postnatal Cell Phone Exposure and Headaches in Children“ emf-portal.org/de/article/21726</p>	<p>Prospektive Kohortenstudie (Danish National Birth Cohort); pränatale und postnatale Exposition gegenüber Mobiltelefonen; Gesundheitsdaten der 7-Jährigen per Fragebogen erhoben</p>	<p>Kinder mit prä- und postnataler Handynutzung hatten ein erhöhtes Risiko für Migräne und kopfschmerzbezogene Symptome im Vergleich zu nicht exponierten Kindern</p>	<p>Mobiltelefonexposition war mit Kopfschmerzen bei Kindern assoziiert, jedoch wegen möglicher Störfaktoren und Fehlklassifikation vermutlich nicht kausal; Ergebnisse vorsichtig interpretieren, da weitere potenzielle Einflussgrößen (TV, Videospiele, Computer) nicht erfasst wurden.</p>
<p>Sun et al. (2012) „A 1.8-GHz radiofrequency radiation induces EGF receptor clustering and phosphorylation in cultured human amniotic (FL) cells“ emf-portal.org/de/article/19836</p>	<p>FL-Zellen (humane Amnionzellen = Zellen der Fruchtblase); Exposition 1,8 GHz, gepulst (217 Hz); Dauer 15 min (SAR = 0,1 / 0,5 / 1 / 2 / 4 W/kg)</p>	<p>1,8 GHz/15 min induzierte ab 0,5 W/kg EGF-Rezeptor-Clustering und -Aktivierung; 0,1 W/kg ohne Effekt, oberhalb 0,5 W/kg kein weiterer Anstieg</p>	<p>Die Autoren schlussfolgern, dass Membranrezeptoren ein zentrales Angriffsziel der HF-Exposition sein könnten und der Schwellenwert der Effekte zwischen 0,1 und 0,5 W/kg liegt.</p>
<p>Tahir et al. (2024) „Effect of 2.45 GHz Microwave Radiation on the Inner Ear: A Histopathological Study on 2.45 GHz Microwave Radiation and Cochlea“ ElektrosmogReport 2-2024</p>	<p>Trächtige Ratten + männliche Nachkommen, 2,45 GHz WLAN, 0,6-15 V/m (SAR = 0,325-32 mW/kg), Exposition 21 Tage pränatal + 45 Tage postnatal, täglich 1 h</p>	<p>Ab 5 V/m erhöhte Hörschwellen; ab 10-15 V/m deutliche dosisabhängige Apoptose (Caspase-3/-9, TUNEL) und histologische Schäden in der Cochlea (Hörschnecke)</p>	<p>Apoptose und Immunaktivität in der Cochlea steigen feldstärkeabhängig an; selbst niedrige WLAN-Dosen schädigen das Innenohr und lösen Apoptose aus.</p>

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
<p>Tan et al. (2022) „Changes in the histopathology and in the proteins related to the MAPK pathway in the brains of rats exposed to pre and postnatal radiofrequency radiation over four gene-rations“ ElektrosmogReport 1-2024</p>	<p>Ratten über 4 Generationen; tägliche Exposition mit 2,45 GHz (12 h/Tag); SAR Erwachsene = 0,186 W/kg (Körper), 0,118 W/kg (Gehirn); SAR Nachkommen = 0,287 W/kg (Körper), 0,204 W/kg (Gehirn); Gruppen: nur Vater exponiert / beide Eltern exponiert / nur Mutter exponiert / Kontrolle</p>	<p>Veränderungen im Gehirngewebe (Einblutungen, Gefäßveränderungen, Zellverschiebungen), am stärksten bei exponierten Vätern; deutliche Veränderungen von Eiweißstoffen, die an Stress- und Gedächtnisprozessen beteiligt sind</p>	<p>Prä- und postnatale 2450-MHz-Exposition kann den MAPK-Signalweg verändern, Lern- und Gedächtnisprozesse beeinträchtigen und fötales wie adultes Hirngewebe schädigen; mögliche Auswirkungen auch auf nachfolgende Generationen.</p>
<p>Tan et al. (2014) „Lifestyle Risk Factors Associated with Threatened Miscarriage: A Case-Control Study“ emf-portal.org/de/article/25324</p>	<p>Fall-Kontroll-Studie; 154 Frauen mit drohender Fehlgeburt (5.-10. SSW) vs. 264 Kontrollen; erfasst wurden: Rauchen, Passivrauch, Computer-Nutzung, Handy-Nutzung, Stress, frühere Verhütung, Menstruationsregularität, Fischöl-, Koffein- und Alkoholkonsum</p>	<p>Erhöhtes Risiko für drohende Fehlgeburt bei Computer >4h/Tag, Handy >1h/Tag, Passivrauch und Koffein; Fischöl schützend</p>	<p>Längere Nutzung von Handy und Computer sowie Fischöl-Einnahme stehen als mögliche neue Einflussfaktoren im Zusammenhang mit drohender Fehlgeburt und sollten weiter untersucht werden.</p>
<p>Topal et al. (2015) „The effects of prenatal long-duration exposure to 900-MHz electromagnetic field on the 21-day-old newborn male rat liver“ emf-portal.org/de/article/26770</p>	<p>6 männliche Nachkommen von Ratten pro Wurf, 2 Gruppen; Muttertiere von Tag 13–21 der Trächtigkeit täglich 1 h mit 900 MHz (14,22 V/m; 0,54 W/m²; SAR 0,027 W/kg) bestrahlt; Leberentnahme der Nachkommen an Tag 21</p>	<p>Lebern der bestrahlten Jungtiere: erhöhte Anzeichen von oxidativem Stress (mehr Zellschäden, weniger Schutzstoffe). Im Gewebe: Schwellungen und beschädigte Zellstrukturen, bis hin zu frühen Narbenbildungsprozessen</p>	<p>Pränatale 900-MHz-Exposition verursacht oxidativen Stress und pathologische Veränderungen in der Leber der Nachkommen; vermindertes GSH und erhöhtes MDA/SOD weisen auf gestörte antioxidative Abwehr hin; ultrastrukturelle Schäden (ER-Expansion, mitochondriale Vakuolen, fibrose-aktive Sternzellen) sprechen für strahlungsbedingte Beeinträchtigung der Leberentwicklung.</p>
<p>Tsybulin et al. (2013) „GSM 900 MHz cellular phone radiation can either stimulate or depress early embryogenesis in Japanese quails depending on the duration of exposure“ emf-portal.org/de/article/22134</p>	<p>Wachtelembryonen exponiert gegenüber 900 MHz GSM (Nokia 3210), 48 s EIN / 12 s AUS; Leistungsdichte 2,5 mW/m² (Ei-Oberfläche), Feldstärke 0,02 V/m (im Ei); SAR = 3 µW/kg; Exposition 38 h (Brutbeginn) oder 158 h (120 h vor Brut + 38 h Brut)</p>	<p>38 h-Exposition: mehr Somiten, weniger DNA-Schäden; 158 h-Exposition: weniger Somiten, mehr DNA-Schäden; Kontrollen: vergleichbare Werte</p>	<p>Je nach Expositionsdauer fördernde oder schädigende Effekte auf Embryonalentwicklung und DNA; Hinweise auf biologische Interaktion trotz extrem niedriger Leistungsdichte (weit unter ICNIRP); Mechanismen unklar, weitere Analysen (z. B. oxidativer Stress) wären nötig.</p>
<p>Tsybulin et al. (2012) „GSM 900 MHz microwave radiation affects embryo development of Japanese quails“ emf-portal.org/de/article/20144</p>	<p>Japanische Wachtel-Embryonen in ovo; 915 MHz GSM (SAR = 0,79 W/kg); kontinuierliche Exposition; 38 h oder 14 Tage; Leistungsflussdichte 0,21 µW/cm² (3 cm) bzw. 0,024 µW/cm² (10 cm)</p>	<p>38 h-Exposition: mehr Somiten, keine Temperaturunterschiede. 14-Tage-Exposition: höhere Überlebensrate, höhere Schlüpfbarkeit, früheres Schlüpfen; erhöhte Lipidperoxidation in Gehirn und Leber (Herz nicht signifikant)</p>	<p>Die Exposition erhöhte die Lipidperoxidation in Gehirn und Leber, was auf die Bildung reaktiver Sauerstoffspezies und damit auf eine mögliche nicht-thermische Wirkung hinweist. Die Autoren vermuten einen durch ROS ausgelösten Hormese-Effekt; weitere Studien sind nötig.</p>
<p>Türedi et al. (2015) „The effects of prenatal exposure to a 900-MHz electromagnetic field on the 21-day-old male rat heart“ emf-portal.org/de/article/25683</p>	<p>Pränatale Exposition trächtiger Ratten gegenüber einem 900 MHz-Mobilfunkfeld (1 h/Tag, Trächtigkeitstag 13–21); elektrische Feldstärke 13,77 V/m, Leistungsflussdichte 0,5 W/m² (SAR = 0,025 W/kg)</p>	<p>21 Tage alte männliche Ratten: Lipidperoxidation ↑, SOD ↑, Katalase ↑, Glutathion ↓; histologisch degenerative Veränderungen, Apoptose ↑ und ultrastrukturelle Schäden im Herzmuskel</p>	<p>Die Autoren schlussfolgern, dass 900-MHz-Felder in der Embryonalphase das antioxidative Abwehrsystem beeinträchtigen und strukturelle Herzschäden verursachen können.</p>

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
<p>Umur et al. (2013) „Evaluation of the effects of mobile phones on the neural tube development of chick embryos“ emf-portal.org/de/article/23991</p>	<p>50 befruchtete Hühnereier, 4 Gruppen (Kontrolle, Stand-by, Anruf-, Gesprächs-Modus); Exposition durch 900-MHz-Handy (SAR 0,77 W/kg); Klingeln alle 30 min bzw. Gespräche alle 60 min; Analyse nach 30/48/72 h (Neuralrohr, Apoptose)</p>	<p>Gruppe 3 (Anruf-Modus): höchste Apoptose (30 h: 4%) und als einzige nach 48 h offenes Neuralrohr mit Apoptosezellen; Gruppen 1, 2, 4: nach 48 h geschlossen ohne Apoptose. Molekular: Bcl-2 ↓ in Gruppe 4, Bcl-2 ↑ und Caspase-3/9 ↑ in Gruppe 3</p>	<p>Die von Mobiltelefonen ausgehende elektromagnetische Strahlung verursachte in der Frühphase Entwicklungsverzögerungen bei Hühnerembryonen. Diese Erkenntnis lässt vermuten, dass die Nutzung von Mobiltelefonen durch Schwangere Risiken mit sich bringen könnte.</p>
<p>Vafaei H et al. (2020) „Wi-Fi (2.4 GHz) affects antioxidant capacity, DNA repair genes expression and apoptosis in pregnant mouse placenta“ emf-portal.org/de/article/43026</p>	<p>Schwangere Mäuse ab Tag 5 der Trächtigkeit bis kurz vor Geburt exponiert; WLAN-Router 2,4GHz (D-Link); 2 h oder 4 h/Tag, Abstand 30 cm oder 60 cm; SAR im Kopf bei 30 cm Abstand: 0,09 W/kg</p>	<p>Erhöhter oxidativer Stress (MDA & SOD-Aktivität ↑ bei 4 h), verstärkte SOD-Bildung (30 cm), stärkere Aktivierung von Stress-/Reparaturgenen (CDKN1A, GADD45a ↑ bei 30 cm + 4 h), verstärkte Zelltod-Signale (Bax ↑; Bcl-2 ↓ bei 4 h/30 cm), zunehmende Zellschädigungen (TUNEL ↑ nur bei 4 h/30 cm)</p>	<p>Die Ergebnisse zeigen, dass WLAN-Signale die Lipidperoxidation und die SOD-Aktivität (oxidativer Stress) erhöhen sowie Apoptose und die Überexpression der Gene CDKN1A und GADD45a im Plazentagewebe von Mäusen auslösen. Weitere Studien seien nötig, um zusätzliche Gene und Schwangerschaftsaspekte sowie den Einfluss von WLAN auf Fruchtbarkeit und Schwangerschaft zu klären.</p>
<p>Valfere Koohestani et al. (2019) „Exposure to cell phone induce oxidative stress in mice preantral follicles during in vitro cultivation: an experimental study“ emf-portal.org/de/article/40022</p>	<p>Sekundärfollikel (präantrale Follikel) aus jungen Mäusen in vitro kultiviert und 1 h/Tag bis zu 12 Tage mit einem Mobiltelefon (1900 MHz, SAR 0,77-0,88 W/kg) bestrahlt</p>	<p>Verschlechterte Follikelentwicklung (Größe, Überleben, Antrumbildung, Ovulation), Reifungsstörungen der Eizellen (mehr Keimbläschen-Stadium, weniger Metaphase-II-Eizellen), geschwächte antioxidative Abwehr, erhöhter oxidativer Stress (MDA ↑)</p>	<p>Mobilfunkstrahlung beeinträchtigte die Entwicklungskapazität der präantralen Follikel (PFs) durch erhöhten oxidativen Stress.</p>
<p>Valbonesi et al. (2014) „Effects of the exposure to intermittent 1.8 GHz radio frequency electromagnetic fields on HSP70 expression and MAPK signaling pathways in PC12 cells“ emf-portal.org/de/article/24270</p>	<p>PC12-Zellen (Ratten-Phäochromozytom) wurden 4, 16 oder 2 h intermittierend (5 min an/10 min aus) mit 1,8GHz-Strahlung (SAR = 2W/kg) exponiert. Signalformen: CW, GSM-217 Hz und GSM-DTX+217 Hz („GSM-Talk“)</p>	<p>GSM-217 Hz-Signal: nach 16 und 24 h signifikante Erhöhung der Hsp70-Genexpression. CW und GSM-DTX zeigten keine Effekte. Keine Veränderungen auf Proteinebene (Hsp70, MAPK-Signalwege) und bei der Zellebensfähigkeit</p>	<p>Die modulationsabhängige Erhöhung der Hsp70-Genexpression bestätigt frühere Befunde aus Trophoblastenzellen. Die Reaktion deutet auf eine stressbezogene Antwort hin, jedoch ohne nachweisbare Auswirkungen auf Proteinlevel oder Zellfunktion. Weitere Untersuchungen zur Rolle der Modulation werden empfohlen.</p>

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
<p>Xenos & Magras (2003) „Low power density RF-radiation effects on experimental animal embryos and foetuses“ emf-portal.org/de/article/16936</p>	<p>Exposition 1 (Mäuse, 6 Monate): 1,053 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$; SAR 1,935 mW/kg; Exposition 2 (Wachtel, 95 MHz, 16Tage): 15-150 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$; SAR 0,566-5,655 mW/kg; Exposition 3 (Wachtel, 9,31 GHz, 3 Tage): 5-120 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$; SAR 189 $\mu\text{W}/\text{kg}$ (bei 5 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$); Exposition 4 (Huhn, 9,152 GHz, Tag 3-10): 8,8 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$; SAR 0,33 mW/kg; Exposition 5 (Huhn, 9,152 GHz, CW, Tag 3-10): 8,8 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$; SAR 0,33 mW/kg; Exposition 6 (Ratten, 9,35 GHz, Tag 1-3 / 4-9): 5 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$; SAR nicht angegeben; Exposition 7 (9,3 GHz, 4Tage kontinuierlich oder 6 h/Tag): Leistungsdichte/SAR nicht angegeben.</p>	<p>Mäuse: abnehmende Wurfgröße; größere und schwerere Neugeborene; kaum Fehlbildungen; Wachteleier (95 MHz / 9,31 GHz): keine Fehlbildungen, aber stark erhöhte Embryonensterblichkeit (bis 65% vs. 0-12% Kontrolle); Hühnereier (9,152 GHz): ausgeprägte Entwicklungsstörungen, Fehlbildungen und hohe Mortalität (47-63% vs. 3,4% Kontrolle); Ratten (9,35 GHz): >50% ohne Nachwuchs; deutliche Uterusveränderungen; Hinweise auf embryonale Resorption.</p>	<p>Die fünf Studien zeigen konsistent pränatale Wirkungen niedriger Mikrowellen-Leistungsdichten; die Effekte reichen von moderaten Entwicklungsveränderungen bis zu hoher Embryonen- und Fetalsterblichkeit; frühe Embryonalstadien reagieren besonders empfindlich; mehrere Tierarten (Maus, Ratte, Wachtel, Huhn) zeigen erhöhte Vulnerabilität; insgesamt belegen die Daten, dass Mikrowellenexposition während Embryogenese und Organogenese Entwicklungsstörungen, Fehlbildungen, Wachstumsveränderungen und Embryonenverluste verursachen kann.</p>
<p>Xu et al. (2017) „Age-dependent acute interference with stem and progenitor cell proliferation in the hippocampus after exposure to 1800 MHz electromagnetic radiation“ ElektrosmogReport 2-2019</p>	<p>Neugeborene und juvenile Mäuse; Exposition 1800 MHz, 3 Tage, 8 h/Tag, elektrisches Feld 28 V/m, SAR 1,16 W/kg im Gehirn; Analyse 24 h nach Exposition</p>	<p>Keine Effekte auf Apoptose; bei Neugeborenen erhöhte DNA-Synthese, aber verminderte Zellteilung und reduzierte Stammzellzahl; bei Juvenilen keine Veränderungen; keine Geschlechtsunterschiede</p>	<p>Sehr junge Tiere reagieren empfindlicher auf 1800-MHz-Exposition als ältere; keine Hinweise auf strahlungsbedingten Zelltod, aber deutliche Effekte auf DNA-Synthese, Zellteilung und Stammzellpopulation bei Neugeborenen; Entwicklungsstadium ist entscheidend für die Vulnerabilität; weitere Forschung zu Dosis-Wirkungs-Beziehungen und Langzeitfolgen erforderlich.</p>
<p>Yan et al. (2022) „Paternal radiofrequency electromagnetic radiation exposure causes sex-specific differences in body weight trajectory and glucose metabolism in offspring mice“ ElektrosmogReport 4-2022</p>	<p>Männliche Mäuse; mit 2,0 GHz, 2,5 W/m² (SAR 0,125-0,5 W/kg), 3 h/Tag, 14 Wochen exponiert bzw. scheinexponiert; nach 10 Wochen Verpaarung zur Fruchtbarkeitsanalyse</p>	<p>Keine Effekte auf Hoden, Spermien oder Fruchtbarkeit; erhöhte Keimzell-Apoptose; männliche Nachkommen mit geringerem Gewicht, verändertem Fettanteil und gestörtem Glukosestoffwechsel; weibliche Nachkommen ohne Befund</p>	<p>Die Autoren schließen, dass eine 2-GHz-Exposition erwachsener männlicher Mäuse keine Beeinträchtigung der eigenen Fruchtbarkeit verursacht, jedoch biologische Veränderungen hervorruft, die sich auf die nächste Generation übertragen können.</p>
<p>Yüksel & Nazıroğlu et al. (2016) „Long-term exposure to electromagnetic radiation from mobile phones and Wi-Fi devices decreases plasma prolactin, progesterone, and estrogen levels but increases uterine oxidative stress in pregnant rats and their offspring“ emf-portal.org/de/article/28292</p>	<p>Schwangere Ratten + Nachwuchs; Exposition mit 900, 1800, 2450 MHz; 60 min/Tag während Schwangerschaft + Wachstum; Gesamtdauer 52 Wochen über 4 Generationen</p>	<p>Exponierte Gruppen: erhöhte uterine Lipidperoxidation, verminderte Glutathionperoxidase (4.-5. Woche) und reduzierte Prolaktinwerte (6. Woche) bei Jungtieren; bei Muttertieren: verminderte Prolaktin-, Östrogen- und Progesteronspiegel, erhöhte Gesamt-Oxidation und erhöhte Körpertemperatur</p>	<p>Die Autoren schließen, dass die Exposition gegenüber 900-2450 MHz hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung hormonelle Störungen bei Muttertieren und Nachwuchs sowie oxidativen Stress im Uterus der Muttertiere auslöst. Mobilfunk- und WLAN-Frequenzen könnten somit zur Entstehung oxidativer Uterusschädigungen und zu verminderten Hormonspiegeln beitragen.</p>

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
<p>Zhang et al. (2015) „Effects of fetal microwave radiation exposure on offspring behavior in mice“ emf-portal.org/de/article/25926</p>	<p>Trächtige CD-1-Mäuse; 9,417 GHz (SAR = 2,0W/kg); 200 V/m; ; Exposition 12 h/Tag während der gesamten Trächtigkeit</p>	<p>Intrauterine 9,417-GHz-Exposition: Verhaltensänderungen; männliche/ und weibliche Nachkommen: signifikant verstärktes Angst- und vermindertes Depressionsverhalten; männliche Nachkommen: signifikant reduzierte Lern- und Gedächtnisleistung</p>	<p>Fötale 9,417-GHz-Exposition führte zu anhaltenden Verhaltensänderungen und geschlechtsspezifischen Lern- und Gedächtnisdefiziten (Männchen). Die Autoren vermuten hormonelle Schutzmechanismen bei Weibchen, mögliche oxidative und thermische Effekte und sehen Relevanz für den Schwangerschaftsschutz. Weitere Studien an Primaten und Menschen werden gefordert, um Risiken und sichere Grenzwerte zu klären.</p>

Reviews

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
<p>Behari & Rajamani (2012) „Electromagnetic Field Exposure Effects (ELF-EMF and RFR) on Fertility and Reproduction“ BioInitiative 2012 Report, Section 18 (PDF)</p>	<p>Review von 100+ Tier-, Zell- und Humanstudien zu ELF-EMF & RFR mit Fokus auf Fertilität und Embryonalentwicklung</p>	<p>Konsistente Hinweise auf reduzierte Spermienqualität, DNA-Schäden, oxidativen Stress, hormonelle Dysregulation und embryonale Entwicklungsstörungen</p>	<p>EMF-Exposition kann reproduktive Funktionen beeinträchtigen. Studien zeigen konsistente Hinweise auf oxidativen Stress, DNA-Schäden, hormonelle Veränderungen und Störungen der Keimzell- und Embryonalentwicklung. Körpernahe drahtlose Geräte erzeugen relevante Belastungen; bestehende Grenzwerte gelten als unzureichend.</p>
<p>Belliemi & Pinto (2012) „Fetal and Neonatal Effects of EMF“ BioInitiative 2012 Report, Section 19 (PDF)</p>	<p>Review zu fötalen und neonatalen EMF-Effekten (ELF-EMF & RFR); Auswertung zahlreicher Human-, Tier- und Messstudien zu intrauteriner und neonataler Exposition</p>	<p>Hinweise auf neurologische, endokrine und autonome Veränderungen; erhöhte Vulnerabilität von Fötus und Neugeborenen; Effekte teils bei Expositionen unterhalb geltender Grenzwerte</p>	<p>Fötus und Neugeborene reagieren besonders empfindlich auf EMF. Studien zeigen neurologische, endokrine und autonome Veränderungen bereits bei niedriger Exposition. Aufgrund der hohen Vulnerabilität wird eine vorsorgliche Reduktion unnötiger Belastungen empfohlen.</p>
<p>Chatha et al. (2026) „Impact of mobile phone use during pregnancy on fetal development and birth defects: a review“ emf-portal.org/de/article/62942</p>	<p>Review zu pränataler RF-EMR-Exposition durch Mobiltelefone (450 MHz–6 GHz; 5G bis 100 GHz); umfasst Human-, Tier- und Zellstudien; untersucht wurden schwangere Frauen, trächtige Tiere sowie EMR-exponierte Stamm-/Zellkulturen unter realistischen Alltagsszenarien</p>	<p>Schwangere Frauen: Hinweise auf Schlafstörungen, Stress, veränderte Lebensgewohnheiten; mögliche indirekte Auswirkungen auf Schwangerschaftsverlauf (z. B. Schlafmangel, Stress-assoziierte Risiken). Trächtige Tiere: Erhöhter oxidativer Stress, neuroentwicklungsbezogene Veränderungen der Föten, reduziertes fetales Gewicht, strukturelle Entwicklungsveränderungen während der Organogenese. Zellkulturen / Stammzellen: Veränderte Differenzierungspfade, DNA-Schäden, mitochondriale Dysfunktion, erhöhte Apoptose.</p>	<p>Die Autoren schließen, dass die Evidenzlage zu pränatalen Mobilfunkwirkungen begrenzt und nicht abschließend ist, jedoch sowohl direkte biologische Effekte (oxidativer Stress, Entwicklungsstörungen) als auch indirekte verhaltensbedingte Einflüsse möglich erscheinen; daher empfehlen sie vorsorgliche Expositionsreduktion und fordern langfristige, unabhängige Forschung zu EMR-Einwirkungen auf Mutter und Fetus.</p>
<p>Gye & Park (2012) „Effect of electromagnetic field exposure on the reproductive system“ emf-portal.org/de/article/20710</p>	<p>Review zu EMF-Exposition (3 Hz–30 GHz; ELF–RF; in vivo/in vitro) mit Fokus auf reproduktive Endpunkte; vielfältige Quellen aus Haushalt, Beruf und Mobilfunk</p>	<p>Hinweise auf hormonelle, gonadale, spermiale und embryofetale Veränderungen; Mechanismen: oxidativer Stress, Ca²⁺-Anstieg, DNA-Schäden; Effekte abhängig von Frequenz, Stärke, Dauer und Wellenform</p>	<p>Die Autoren schließen, dass EMF-Exposition reproduktive und entwicklungsrelevante Prozesse beeinflussen kann. Die Effekte variieren je nach Frequenz, Dauer und Stärke. Angesichts allgegenwärtiger EMF-Quellen empfehlen die Autoren ein Bewusstsein für mögliche Risiken sowie Maßnahmen zur Reduktion unnötiger Exposition.</p>

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
<p>Kashani et al. (2023) „Electromagnetic fields exposure on fetal and childhood abnormalities: Systematic review and meta-analysis“ ElektrosmogReport 3-2023</p>	<p>Systematischer Review & Meta-Analyse (14 Studien, 854154 Individuen) zu EMF-Exposition in Schwangerschaft und Kindheit; untersucht wurden ELF-MF (50/6 Hz), HF-EMF (Mobilfunk, WLAN, Basisstationen)</p>	<p>Hinweise auf erhöhte fötale und kindliche Anomalien bei EMF-Exposition; Veränderungen von oxidativem Stress, Genexpression, DNA-Schäden; Assoziationen mit Entwicklungsstörungen und kindlichen Krebserkrankungen</p>	<p>Die Autoren schließen, dass fötale und kindliche Abnormalitäten bei EMF-exponierten Eltern häufiger auftreten. Besonders im ersten Trimester zeigte maternale Exposition erhöhten oxidativen Stress, veränderte Genexpression, DNA-Schäden und mehr embryonale Abnormalitäten. Zudem kann elterliche Exposition gegenüber ionisierender und nicht-ionisierender Strahlung das Risiko für kindliche Krebs- und Entwicklungsstörungen erhöhen.</p>
<p>Morgan et al. (2014) „Why children absorb more microwave radiation than adults: The consequences“ emf-portal.org/de/article/25435</p>	<p>Narrativer Review zu biologischen und regulatorischen Aspekten von Mikrowellen-/HF-Exposition (Mobiltelefone, WLAN, Tablets, Laptops); Schwerpunkt auf Fetus, Kindern und Jugendlichen</p>	<p>Hinweise auf höhere HF-Absorption bei Kindern (dünnere Schädel, höhere Leitfähigkeit, geringere Körpergröße); neuronale Entwicklungsstörungen, Myelindegeneration, Apoptose, Verhaltensauffälligkeiten, Spermien-Schädigung sowie parotiden und zerebralen Tumoren</p>	<p>Die Autoren schließen, dass Kinder und Feten aufgrund ihrer höheren HF-Absorption und biologischen Empfindlichkeit stärker gefährdet sein können; bestehende Grenzwerte berücksichtigen diese erhöhte Vulnerabilität nicht, weshalb Vorsorge und strengere Schutzmaßnahmen empfohlen werden.</p>
<p>Oladipo et al. (2025) „Impact of electromagnetic radiation on human reproduction health: Causes, consequences, and potential therapeutic approaches“ emf-portal.org/de/article/61240</p>	<p>Narrativer Review zu EMR/EMF-Exposition (ionisierend & nicht-ionisierend; HF, NF, Mischquellen) und Reproduktion; Auswertung tierexperimenteller, zellulärer und humaner Studien</p>	<p>Hinweise auf testikuläre Schäden, reduzierte Spermienqualität, niedrigere Testosteronspiegel; bei Frauen hormonelle Dysregulation, beeinträchtigte Oozytenqualität, embryonale Entwicklungsstörungen, fetale Anomalien und erhöhte Abortrate; Mechanismen: oxidativer Stress, DNA-Fragmentation, Störung der HPG-Achse</p>	<p>Die Autoren schließen, dass EMR/EMF potenziell reproduktive Funktionen beeinträchtigt und über oxidativen Stress, hormonelle Dysregulation und DNA-Schäden zu Fertilitätsstörungen, embryonalen Entwicklungsstörungen und fetalen Anomalien beitragen kann. Angesichts zunehmender Evidenz empfehlen sie Vorsorge und weitere Forschung.</p>
<p>Sage & Burgio (2018) „Electromagnetic Fields, Pulsed Radiofrequency Radiation, and Epigenetics: How Wireless Technologies May Affect Childhood Development“ emf-portal.org/de/article/31892</p>	<p>Narrativer Review zu EMF- und gepulster HF-Exposition (Mobilfunk, WLAN, mobiles Internet/WiFi, Schnurlostelefone/DECT, HF/Mikrowellen 1-300 GHz) und möglichen epigenetischen Mechanismen, die kindliche Entwicklung beeinflussen können</p>	<p>Hinweise auf epigenetische Veränderungen (DNA-Methylierung, Genexpression), neurokognitive und Verhaltensauffälligkeiten (Gedächtnis, Lernen, Aufmerksamkeit, ADHS-ähnliche Symptome)</p>	<p>Die Autoren schließen, dass HF-EMF und gepulste Strahlung potenziell epigenetische Veränderungen auslösen können, die neuroentwicklungs- und verhaltensbezogene Störungen bei Kindern begünstigen. Aufgrund der besonderen Vulnerabilität von Kindern empfehlen sie Vorsorge und weitere Forschung.</p>

Literaturverzeichnis zu Embryotoxizität

Einzelstudien

Akakin D, Tok OE, Anil D, Akakin A, Sirvanci S, Seber G, Ercan F (2021): Electromagnetic Waves from Mobile Phones may Affect Rat Brain During Development. *Turk Neurosurg* 31 (3), 412-421; DOI: 10.5137/1019-5149.JTN.31665-20.2

Akefe IO, Nyan ES, Adegoke VA, Lamidi IY, Ameh MP, Chidiebere U, Ubah SA, Ajayi IE (2023): Myrtenal improves memory deficits in mice exposed to radiofrequency-electromagnetic radiation during gestational and neonatal development via enhancing oxido-inflammatory, and neurotransmitter functions. *Heliyon* 2023; 9 (4): e15321; DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e15321

Aldad TS, Gan G, Gao XB, Taylor HS (2012): Fetal Radiofrequency Radiation Exposure From 800-1900 Mhz-Rated Cellular Telephones Affects Neurodevelopment and Behavior in Mice. *Sci Rep* 2012; 2 : 312; DOI: 10.1038/srep00312

Amer FI, El Shabaka HA, Zakaria I, Mohammed HA (2013): Effect Of Microwave Radiation On The Retina Of Mice Embryos. *JBLS* 2013; 4 (2): 215-231; DOI: 10.5296/jbls.v4i2.2895

Andrašková S, Holovská K, Zuzana Ševčíková, Zuzana Andrejčáková, Štefan Tóth, Marcela Martončíková, Račeková E, Almášiová V (2022): The potential adverse effect of 2.45 GHz microwave radiation on the testes of prenatally exposed peripubertal male rats. *Histol Histopathol*; DOI:10.14670/HH-18-402

Azimzadeh M, Noorbakhshnia M (2024): Maternal linalool treatment protects against radiofrequency wave-induced deteriorations in adolescent rats: A behavioral and electrophysiological study. *Scientific Reports*, 14(1), 17257; DOI: 10.1038/s41598-024-68103-5

Balmori A (2010): Mobile phone mast effects on common frog (*Rana tempo raria*) tadpoles: the city turned into a laboratory. *Electromagn Biol Med* 2010; 29 (1-2): 31-35; DOI: 10.3109/15368371003685363

Bastide M, Youbicier-Simo BJ, Lebecq JC, Giaimis J (2001): Toxicologic study of electromagnetic radiation emitted by television and video display screens and cellular telephones on chickens and mice. *Indoor Built Environ* 2001;10:291-298; DOI: 10.1177/1420326X0101000503

Berman E, Carter HB, House D (1982): Reduced weight in mice offspring after in utero exposure to 2450-MHz (CW) microwaves. *Bioelectromagnetics* 3(2): 285-291; DOI: 10.1002/bem.2250030212

Berman E, Carter HB (1984): Decreased body weight in fetal rats after irradiation with 2450-MHz (CW) microwaves. *Health Phys* 1984; 46 (3): 537-542; DOI: 10.1097/00004032-198403000-00004

Bodin R, Godin L, Mougouin C, Lecomte A, Larrigaldie V, Feat-Vetel J et al. (2025): Altered development in rodent brain cells after 900 MHz radiofrequency exposure. *Neurotoxicology*. 2025;111(August); DOI: 10.1016/j.neuro.2025.103312

Bodin R, Robidel F, Rodrigues S, Lecomte A, Villégier A-S (2024): Delayed Growth in Immature Male Rats Exposed to 900 MHz Radio-frequency. *Applied Sciences*, 14(16), 6978; DOI: 10.3390/app14166978

Boga A, Emre M, Sertdemir Y, Akillioglu K, Binokay S, Demirhan O (2014): The effect of 900 and 1800 MHz GSM-like radiofrequency irradiation and nicotine sulfate administration on the embryonic development of *Xenopus laevis*. *Ecotoxicol Environ Saf* 2014; 113: 378-390; DOI: 10.1016/j.ecoenv.2014.12.020

Boileau N, Margueritte F, Gauthier T, Boukeffa N, Preux P-M, Labrunie A, Aubard Y (2020): Mobile phone use during pregnancy: which association with fetal growth? *J Gynecol Obstet Hum Reprod*. 2020 Oct;49(8):101852; DOI: 10.1016/j.jogoh.2020.101852

Bozok S, Karaagac E, Sener D, Akakin D, Tumkaya L (2023): The effects of long-term prenatal exposure to 900, 1800, and 2100 MHz electromagnetic field radiation on myocardial tissue of rats. *Toxicology and Industrial Health*, 39(1), 1-9; DOI: 10.1177/07482337221139586

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/6J mice. *Bioelectromagnetics* 40(6): 498-511; DOI: 10.1002/bem.22217

Buchner & Eger (2014): Reduzierte Fruchtbarkeit und vermehrte Missbildungen unter Mobilfunkstrahlung – Dokumentation aus einem landwirtschaftlichen Nutzbetrieb. Erschienen in: *umwelt-medizin-gesellschaft* 2014; 27 (3): 182-191

Burlaka A, Tsybulin O, Sidorik E, Lukin S, Polishuk V, Tshemistrenko S, Yakymenko I (2013): Overproduction of free radical species in embryonal cells exposed to low intensity radiofrequency radiation. *Exp Oncol* 35(3): 219-225

Caddemi A, Tamburello CC, Zanforlin L, Torregrossa MV (1986): Microwave effects on isolated chick embryo hearts. *Bioelectromagnetics* 7(4): 359–367; DOI: 10.1002/bem.2250070403

Cakir B, Tanaka Y, Choe MS, Kiral FR, Kim J, Micali N et al. (2025): Radiofrequency regulates the BET-mediated pathways in radial glia differentiation in human cortical development. *Cell Reports*. 2025 Sep 24; DOI: 10.1016/j.celrep.2025.116238

Cervellati F, Franceschetti G, Lunghi L, Franzellitti S, Valbonesi P, Fabbri E, Biondi C, Vesce F (2009): Effect of high-frequency electromagnetic fields on trophoblastic connexins. *Reprod Toxicol* 2009; 28 (1): 59-65; DOI: 10.1016/j.reprotox.2009.03.010

Cetin H, Nazıroğlu M, Celik O, Yuksel M, Pastaci N, Ozkaya MO (2014): Liver antioxidant stores protect the brain from electromagnetic radiation (900 and 1800 MHz)-induced oxidative stress in rats during pregnancy and the development of offspring. *J Matern Fetal Neonatal Med* 27(18): 1915-1921; DOI: 10.3109/14767058.2014.898056

Chavdoula ED, Panagopoulos DJ, Margaritis LH (2010): Comparison of biological effects between continuous and intermittent exposure to GSM-900-MHz mobile phone radiation: Detection of apoptotic cell-death features. *Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen* 2010; 700 (1-2): 51-61; DOI: 10.1016/j.mrgentox.2010.05.008

Chen C, Ma Q, Liu C, Deng P, Zhu G, Zhang L, He M, Lu Y, Duan W, Pei L, Li M, Yu Z, Zhou Z (2014): Exposure to 1800 MHz radiofrequency radiation impairs neurite outgrowth of embryonic neural stem cells. *Sci Rep*. 2014 May 29;4:5103; DOI: 10.1038/srep05103

-
- Clark ML, Burch JB, Yost MG, Zhai Y, Bachand AM, Fitzpatrick CT, Ramaprasad J, Cragin LA, Reif JS (2007): Bio-monitoring of estrogen and melatonin metabolites among women residing near radio and television broadcasting transmitters. *J Occup Environ Med* 2007; 49 (10): 1149-1156; DOI: 10.1097/JOM.0b013e3181566b87
- Dasgupta S, Leong C, Simonich MT, Truong L, Liu H, Tanguay RL (2022): Transcriptomic and Long-Term Behavioral Deficits Associated with Developmental 3.5 GHz Radiofrequency Radiation Exposures in Zebrafish. *Environ Sci Technol Lett* 2022; 9 (4): 327-332; DOI: 10.1021/acs.estlett.2c00037
- Divan HA, Kheifets L, Obel C, Olsen J (2008): Prenatal and postnatal exposure to cell phone use and behavioral problems in children. *Epidemiology* 2008; 19 (4): 523-529; DOI: 10.1097/EDE.0b013e318175dd47
- Divan HA, Kheifets L, Obel C, Olsen J (2012): Cell phone use and behavioural problems in young children. *J Epidemiol Community Health* 2012; 66 (6): 524-529; DOI: 10.1136/jech.2010.115402
- 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 Aug;165:496-503; DOI: 10.1016/j.envres.2018.01.037
- Fatehi D, Anjomshoa M, Mohammadi M, Seify M, Rostamzadeh A (2017): Biological effects of cell-phone radiofrequency waves exposure on fertilization in mice; an in vivo and in vitro study. *Middle East Fertil Soc J* 2018; 23 (2): 148-153; DOI: 10.1016/j.mefs.2017.10.002
- Ferreira AR, Knakievicz T, Pasquali MA, Gelain DP, Dal-Pizzol F, Fernandez CE, de Salles AA, Ferreira HB, Moreira JC (2006): Ultra high frequency-electromagnetic field irradiation during pregnancy leads to an increase in erythrocytes micronuclei incidence in rat offspring. *Life Sci* 2006; 80 (1): 43-50; DOI: 10.1016/j.lfs.2006.08.018
- Fournier NM, Mach QH, Whissell PD, Persinger MA (2012): Neurodevelopmental anomalies of the hippocampus in rats exposed to weak intensity complex magnetic fields throughout gestation. *Int J Dev Neurosci.* 2012;30(6):427-433; DOI: 10.1016/j.ijdevneu.2012.07.005
- Fragopoulou AF, Margaritis LH, Koussoulakos SL (2010): Cranial and postcranial skeletal variations induced in mouse embryos by mobile phone radiation. *Pathophysiology* 2010 Jun;17(3):169-77; DOI: 10.1016/j.pathophys.2009.10.002
- Franzellitti S, Valbonesi P, Ciancaglioni N, Biondi C, Contin A, Bersani F, Fabbri E (2010): Transient DNA damage induced by high-frequency electromagnetic fields (GSM 1.8GHz) in the human trophoblast HTR-8/SVneo cell line evaluated with the alkaline comet assay. *Mutat Res.* 2010 Jan 5;683(1-2):35-42; DOI: 10.1016/j.mrfmmm.2009.10.004
- Furtado Filho OV, Borba JB, Dallegrave A, Pizzolato TM, Henriques JA, Moreira JC, Saffi J (2014): Effect of 950 MHz UHF Electromagnetic radiation on biomarkers of oxidative damage, metabolism of UFA and antioxidants in the liver of young rats of different ages. *Int J Radiat Biol* 90 (2): 159-168; DOI: 10.3109/09553002.2013.817697
- Geronikolou S, Zimeras S, Davos CH, Michalopoulos I, Tsitomeneas S (2014): Diverse radiofrequency sensitivity and radiofrequency effects of mobile or cordless phone near fields exposure in *Drosophila melanogaster*. *PLoS One* 2014; 9 (11): e112139; DOI: 10.1371/journal.pone.0112139

-
- Hanci H, Odaci E, Kaya H, Aliyazicioglu Y, Turan I, Demir S, Colakoglu S (2013): The effect of prenatal exposure to 900-megahertz electromagnetic field on the 21-old-day rat testicle. *Reprod Toxicol* 2013, 42: 203-209; DOI: 10.1016/j.reprotox.2013.09.006
- Holovská K, Almasiova V, Andraskova S, Demcisakova Z, Racekova E, Cigankova V (2021): Effect of electromagnetic radiation on the liver structure and ultrastructure of in utero irradiated rats. *Acta Vet Brno* 2021; 90 (3): 315-319; DOI: 10.2754/avb202190030315
- Hou Q, Wang M, Wu S, Ma X, An G, Liu H, Xie F (2015): Oxidative changes and apoptosis induced by 1800-MHz electromagnetic radiation in NIH/3T3 cells. *Electromagn Biol Med* 2015; 34 (1): 85-92; DOI: 10.3109/15368378.2014.900507
- Ikinci A, Odaci E, Yildirim M, Kaya H, Akca M, Hanci H, Aslan A, Sönmez OF, Bas O (2013): The Effects of Prenatal Exposure to a 900 Megahertz Electromagnetic Field on Hippocampus Morphology and Learning Behavior in Rat Pups. *Neuroquantology* 2013; 11 (4): 582-590; DOI: 10.14704/nq.2013.11.4.699
- Inouye M, Galvin MJ Jr, McRee DI (1982): Effects of 2.45 GHz microwave radiation on the development of Japanese quail cerebellum. *Teratology* 25 (1): 115-121; DOI: 10.1002/tera.1420250115
- Islam M S, Islam MM, Rahman M M, Islam K (2023): 4G mobile phone radiation alters some immunogenic and vascular gene expressions, and gross and microscopic and biochemical parameters in the chick embryo model. *Veterinary Medicine and Science*, 1-12; DOI: 10.1002/vms3.1273
- Jensh RP, Vogel WH, Brent RL (1983): An evaluation of the teratogenic potential of protracted exposure of pregnant rats to 2450-MHz microwave radiation. II. Postnatal psychophysiological analysis. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 11(1): 37-59; DOI: 10.1080/15287398309530319
- Jha N, Sarsaiya P, Tomar AK, Pardhiya S, Nirala JP, Chaturvedi PK, Gupta S, Rajamani P (2025): Effects of 700 MHz radiofrequency radiation (5 G lower band) on the reproductive parameters of female Wistar rats. *Reprod Toxicol* 2025; 135: 108910; DOI: 10.1016/j.reprotox.2025.108910
- Jing J, Yuhua Z, Xiao-Qian Y, Rongping J, Dong-Mei G, Xi C (2012): The influence of microwave radiation from cellular phone on fetal rat brain. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 31(1): 57-66; DOI: 10.3109/15368378.2011.624652
- Khayat S, Fanaei H, Lakzaee N (2023): Effects of prenatal mobile phone radiation exposure on MMP9 expression: Implications for inflammation, oxidative stress, and sensory-motor impairment after neonatal hypoxia-ischemia in rats. *Toxicology Reports*, 11, 378-384; DOI: 10.1016/j.toxrep.2023.10.007
- Kim HS, Choi HD, Pack JK, Kim N, Ahn YH (2021): Biological Effects of Exposure to a Radiofrequency Electromagnetic Field on the Placental Barrier in Pregnant Rats. *Bioelectromagnetics* 42 (3), 191-199; DOI: 10.1002/bem.22322
- Kim JH, Seok JY, Kim YH, Kim HJ, Lee JK, Kim HR (2024): Exposure to Radiofrequency Induces Synaptic Dysfunction in Cortical Neurons Causing Learning and Memory Alteration in Early Postnatal Mice. *Int J Mol Sci* 2024; 25 (16): 8589; DOI: 10.3390/ijms25168589
- Kismali G, Ozgur E, Guler G, Akcay A, Sel T, Seyhan N (2012): The influence of 1800 MHz GSM-like signals on blood chemistry and oxidative stress in non-pregnant and pregnant rabbits. *Int J Radiat Biol* 2012; 88 (5): 414-419; DOI: 10.3109/09553002.2012.661517

-
- Köktürk S, Yardimoglu M, Celikozlu SD, Dolanbay EG, Cimbiz A (2013): Effect of *Lycopersicon esculentum* extract on apoptosis in the rat cerebellum, following prenatal and postnatal exposure to an electromagnetic field. *Exp Ther Med* 2013; 6 (1): 52-56; DOI: 10.3892/etm.2013.1123
- Li DK, Ferber JR, Odouli R, Quesenberry Jr CP (2012): A Prospective Study of In-utero Exposure to Magnetic Fields and the Risk of Childhood Obesity. *Sci Rep.* 2012;2:540; DOI: 10.1038/srep00540
- Lu X, Oda M, Ohba T, Mitsubuchi H, Masuda S, Katoh T (2017): Association of excessive mobile phone use during pregnancy with birth weight: an adjunct study in Kumamoto of Japan Environment and Children's Study. *Environ Health Prev Med.* 2017;22(1):52; DOI: 10.1186/s12199-017-0656-1
- Luo Q, Jiang Y, Jin M, Xu J, Huang HF (2013): Proteomic analysis on the alteration of protein expression in the early-stage placental villous tissue of electromagnetic fields associated with cell phone exposure. *Reprod Sci* 2013; 20 (9): 1055-1061; DOI: 10.1177/1933719112473660
- Magras IN, Xenos TD (1997): RF radiation-induced changes in the prenatal development of mice. *Bioelectromagnetics* 1997; 18 (6): 455-461; DOI: 10.1002/(sici)1521-186x(1997)18:6<455::aid-bem8>3.0.co;2-1
- Mahmoudabadi FS, Ziaei S, Firoozabadi M, Kazemnejad A (2015): Use of mobile phone during pregnancy and the risk of spontaneous abortion. *J Environ Health Sci Eng* 2015; 13: 34; DOI: 10.1186/s40201-015-0193-z
- Manta AK, Stravopodis DJ, Papassideri IS, Margaritis LH (2014): Reactive oxygen species elevation and recovery in *Drosophila* bodies and ovaries following short-term and long-term exposure to DECT base EMF. *Electromagn Biol Med* 2014; 33 (2): 118-131; DOI: 10.3109/15368378.2013.791991
- Margaritis LH, Manta AK, Kokkaliaris KD, Schiza D, Ali-misis K, Barkas G, Georgiou E, Giannakopoulou O, Kollia I, Kontogianni G, Kourouzidou A, Myari A, Roumelioti F, Skouroliakou A, Sykioti V, Varda G, Xenos K, Ziomas K (2014): *Drosophila* oogenesis as a bio-marker responding to EMF sources. *Electromagn Biol Med.* 2014 Sep;33(3):165-89; DOI: 10.3109/15368378.2013.800102
- Mehta J, Khira R, Fumakiya S, Sharma P, Punekar A, Jain C, Uggini GK (2025): From adults to offspring: Wi-Fi RF-EMR exposure in adult zebrafish impairs reproduction and transgenerationally effects development and behavior of progeny. *Sci Total Environ* 2025; 1008: 180982; DOI: 10.1016/j.scitotenv.2025.180982
- Nakamura H, Nagase H, Ogino K, Hatta K, Matsuzaki I (2000): Uteroplacental circulatory disturbance mediated by prostaglandin f2alpha in rats exposed to microwaves. *Reprod Toxicol.* 2000 May-Jun;14(3):235-40; DOI: 10.1016/s0890-6238(00)00073-3
- Odaci E, Bas O, Kaplan S: Effects of prenatal exposure to a 900 MHz electromagnetic field on the dentate gyrus of rats (2008): a stereological and histopathological study. *Brain Res.* 2008 Oct 31:1238:224-9; DOI: 10.1016/j.brainres.2008.08.013.
- Odaci E, Ünal D, Mercantepe T, Topal Z, Hanci H, Türedi S, Erol HS, Mungan S, Kaya H, Colakoglu S (2015): Pathological effects of prenatal exposure to a 900 MHz electromagnetic field on the 21-day-old male rat kidney. *Biotech Histochem.* 2015 Feb;90(2):93-101; DOI: 10.3109/10520295.2014.947322
- Odaci E, Hanci H, Yulug E, Turedi S, Aliyazicioglu Y, Kaya H, Colakoglu S (2016): Effects of prenatal exposure to a 900 MHz electromagnetic field on 60-day-old rat testis and epididymal sperm quality. *Biotech Histochem* 2016; 91 (1): 9-19; DOI: 10.3109/10520295.2015.1060356

Othman H, Ammari M, Sakly M, Abdelmelek H (2017): Effects of prenatal exposure to WIFI signal (2.45GHz) on postnatal development and behavior in rat: Influence of maternal restraint. *Behav Brain Res* 2017; 326: 291-302; DOI: 10.1016/j.bbr.2017.03.011

Othman H, Ammari M, Rtibi K, Bensaid N, Sakly M, Abdelmelek H (2017): Postnatal development and behavior effects of in-utero exposure of rats to radiofrequency waves emitted from conventional WiFi devices. *Environ Toxicol Pharmacol.* 2017;52:239-247; DOI: 10.1016/j.etap.2017.04.016

Ozgur E, Kismali G, Guler G, Akcay A, Ozkurt G, Sel T, Seyhan N (2013): Effects of Prenatal and Postnatal Exposure to GSM-Like Radiofrequency on Blood Chemistry and Oxidative Stress in Infant Rabbits, an Experimental Study. *Cell Biochem Biophys* 2013,67 (2): 743-751; DOI: www.emf-portal.org/de/article/21970

Özorak A, Nazıroğlu M, Çelik O, Yüksel M, Özçelik D, Özkaya MO, Çetin H, Kahya MC, Kose SA (2013): Wi-Fi (2.45 GHz)- and Mobile Phone (900 and 1800 MHz)-Induced Risks on Oxidative Stress and Elements in Kidney and Testis of Rats During Pregnancy and the Development of Offspring. *Biol Trace Elem Res* 2013; 156 (1-3): 221-229; DOI: 10.1007/s12011-013-9836-z

Panagopoulos DJ, Karabarbounis A, Margaritis LH (2004): Effect of GSM 900 MHz mobile phone radiation on the reproductive capacity of *Drosophila Melanogaster*. *Electromagn Biol Med* 2004; 23 (1): 29-43; DOI: 10.1081/JBC-120039350

Panagopoulos DJ, Chavdoula ED, Nezis IP, Margaritis LH (2007): Cell death induced by GSM 900-MHz and DCS 1800-MHz mobile telephony radiation. *Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen* 2007; 626 (1-2): 69-78; DOI: 10.1016/j.mrgentox.2006.08.008

Panagopoulos DJ, Margaritis LH (2009): Biological and Health Effects of Mobile Telephone Radiations. *International Journal of Medical and Biological Frontiers.* 2009; 15(1-2): 33–76. Peer-Review-Status: teilweise peer-reviewed / Verfahren unklar. DOI nicht vergeben.

Panagopoulos DJ (2012): Effect of Microwave Exposure on the Ovarian Development of *Drosophila melanogaster*. *Cell Biochem Biophys* 2012, *Cell Biochem Biophys.* 2012 Jun;63(2):121-32; DOI: 10.1007/s12013-012-9347-0

Popovičová A, Racekova E, Martoncikova M, Fabianova K, Racek A, Zidekova M (2024): Effect of microwave radiation on adult neurogenesis and behavior of prenatally exposed rats. *IBRO Neurosci Rep* 2024; 17: 235-244; DOI: 10.1016/j.ibneur.2024.08.007

Razavinasab M, Moazzami K, Shabani M (2014): Maternal mobile phone exposure alters intrinsic electrophysiological properties of CA1 pyramidal neurons in rat offspring. 2016 Jun;32(6):968-79; DOI: 10.1177/0748233714525497

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

Salameh M, Zeitoun-Ghandour S, Sabra L, Ismail L, Daher A, Bazzi A, Khalil M, Joumaa WH (2022): Effects of continuous prenatal and postnatal global system for mobile communications electromagnetic waves (GSM-EMW) exposure on the oxidative stress biomarkers in female rat liver. *Heliyon* 2022; 8 (12): e12367; DOI: 10.1016/j.heliyon.2022.e12367

Salameh M, Zeitoun-Ghandour S, Sabra L, Daher A, Khalil M, Joumaa WH (2023): Impact of GSM-EMW exposure on the markers of oxidative stress in fetal rat liver. *Scientific Reports*, 13(1), 1-14; DOI: 10.1038/s41598-023-44814-z

Sangun O, Dundar B, Darici H, Comlekci S, Doguc DK, Celik S (2015): The effects of long-term exposure to a 2450 MHz electromagnetic field on growth and pubertal development in female Wistar rats. *Electromagn Biol Med* 2015; 34 (1): 63-71; DOI: 10.3109/15368378.2013.871619

Setia MS, Natesan R, Samant P, Mhapankar S, Kumar S, Singh IV, Nair A, Seth B (2025): Radiofrequency Electromagnetic Field Emissions and Neurodevelopmental Outcomes in Infants: A Prospective Cohort Study. *Cureus*. 2025 Jul 10;17(7):e87671; DOI: 10.7759/cureus.87671

Shahin S, Singh VP, Shukla RK, Dhawan A, Gangwar RK, Singh SP, Chaturvedi CM (2013): 2.45 GHz Microwave Irradiation-Induced Oxidative Stress Affects Implantation or Pregnancy in Mice, *Mus musculus*. *Appl Biochem Biotechnol* 2013; 169 (5): 1727-1751; DOI: 10.1007/s12010-012-0079-9

Shahin S, Singh SP, Chaturvedi CM (2017): Mobile phone (1800MHz) radiation impairs female reproduction in mice, *Mus musculus*, through stress induced inhibition of ovarian and uterine activity. *Reprod Toxicol* 2017; 73: 41-60; DOI: 10.1016/j.reprotox.2017.08.001

Stasinopoulou M, Fragopoulou AF, Stamatakis A, Mantziaras G, Skouroliakou K, Papassideri IS, Stylianopoulou F, Lai H, Kostomitsopoulos N, Margaritis LH (2016): Effects of pre- and postnatal exposure to 1880-1900 MHz DECT base radiation on development in the rat. *Reprod Toxicol* 2016; 65: 248-262; DOI: 10.1016/j.reprotox.2016.08.008

Sudan M, Kheifets L, Arah O, Olsen J, Zeltzer L (2012): Prenatal and Postnatal Cell Phone Exposures and Headaches in Children. *Open Pediatr Med Journal* 2012; 6: 46-52; DOI: 10.2174/1874309901206010046

Sun W, Shen XY, Lu DB, Fu YT, Lu DQ, Chiang H (2012): A 1.8-GHz radiofrequency radiation induces EGF receptor clustering and phosphorylation in cultured human amniotic (FL) cells. *Int J Radiat Biol* 2012; 88 (3): 239-244; DOI: 10.3109/09553002.2011.634882

Tahir E, Akar Karadayı A, Gürgen SG, Korunur Engiz B, Turgut A (2024): Effect of 2.45 GHz Microwave Radiation on the Inner Ear: A Histopathological Study on 2.45 GHz Microwave Radiation and Cochlea. *J Int Adv Otol* 2024; 20 (1): 35-43; DOI:10.5152/iao.2024.231142

Tan B, Canturk Tan F, Yalcin B, Dasdag S, Yegin K, Yay AH (2022): Changes in the histopathology and in the proteins related to the MAPK pathway in the brains of rats exposed to pre- and postnatal radiofrequency radiation over four generations. *J Chem Neuroanat* 2022; 126: 102187; DOI: 10.1016/j.jchemneu.2022.102187

Tan TC, Neo GH, Malhotra R, Allen JC, Lie D, Ostbye T (2014): Lifestyle Risk Factors Associated with Threatened Miscarriage: A Case-Control Study. *J Fertil In Vitro IVF Worldw Reprod Med Genet Stem Cell Biol* 2014; 2 (2): 100123; DOI: 10.4172/jfiv.1000123

Topal Z, Hanci H, Mercantepe T, Erol HS, Keles ON, Kaya H, Mungan S, Odaci E (2015): The effects of prenatal long-duration exposure to 900-MHz electromagnetic field on the 21-day-old newborn male rat liver. *Turk J Med Sci* 2015; 45 (2): 291-297; DOI: 10.3906/sag-1404-168

Tsybulin O, Sidorik E, Brieieva O, Buchynska L, Kyrylenko S, Henshel D, Yakymenko I (2013): GSM 900 MHz cellular phone radiation can either stimulate or depress early embryogenesis in Japanese quails depending on the duration of exposure. *Int J Radiat Biol.* 2013 Sep;89(9):756-63; DOI: 10.3109/09553002.2013.791408

Tsybulin O, Sidorik E, Kyrylenko S, Henshel D, Yakymenko I (2012): GSM 900 MHz microwave radiation affects embryo development of Japanese quails. *Electromagn Biol Med* 2012; 31 (1): 75-86; DOI: 10.3109/15368378.2011.624656

Türedi S, Hanci H, Topal Z, Unal D, Mercantepe T, Bozkurt I, Kaya H, Odaci E (2015): The effects of prenatal exposure to a 900-MHz electromagnetic field on the 21-day-old male rat heart. *Electromagn Biol Med* 2015; 34 (4): 390-397; DOI: 10.3109/15368378.2014.952742

Umur AS, Yaldiz C, Bursali A, Umur N, Kara B, Barutcuoglu M, Vatansever S, Selcuki D, Selcuki M (2013): Evaluation of the effects of mobile phones on the neural tube development of chick embryos. *Turk Neurosurg.* 2013;23(6):742-52; DOI: 10.5137/1019-5149.JTN.7757-12.0

Vafaei H, Kavari G, Izadi HR, Zare Dorahi Z, Dianatpour M, Daneshparvar A, Jamhiri I (2020): Wi-Fi (2.4 GHz) affects anti-oxidant capacity, DNA repair genes expression and, apoptosis in pregnant mouse placenta. *Iran J Basic Med Sci* 2020; 23 (6): 833-840; DOI: 10.22038/ijbms.2020.40184.9512

Vafere Koohestani NV, Zavareh S, Lashkarbolouki T, Azimipour F (2019): Exposure to cell phone induce oxidative stress in mice preantral follicles during in vitro cultivation: An experimental study. *Int J Reprod Biomed* 2019; 17 (9): 637-646; DOI: 10.18502/ijrm.v17i9.5099

Valbonesi P, Franzellitti S, Bersani F, Contin A, Fabbri E (2014): Effects of the exposure to intermittent 1.8 GHz radio frequency electromagnetic fields on HSP70 expression and MAPK signaling pathways in PC12 cells. *Int J Radiat Biol* 2014; 90 (5): 382-391; DOI: 10.3109/09553002.2014.892225

Xenos TD, Magras IN (2003): Low power density RF-radiation effects on experimental animal embryos and foetuses. Stavroulakis P (Hrsg.): *Biological Effects of Electromagnetic Radiation*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2003; S. 579-602; ISBN 978-3-540-42989-0

Xu F, Bai Q, Zhou K, Ma L, Duan J, Zhuang F, Xie C, Li W, Zou P, Zhu C (2017): Age-dependent acute interference with stem and progenitor cell proliferation in the hippocampus after exposure to 1800 MHz electromagnetic radiation. *Electromagn Biol Med.*; 36 (2), 158-166; DOI: 10.1080/15368378.2016.1233886

Yan S, Ju Y, Dong J, Lei H, Wang J, Xu Q, Ma Y, Wang J, Wang X (2022): Paternal Radiofrequency Electromagnetic Radiation Exposure Causes Sex-Specific Differences in Body Weight Trajectory and Glucose Metabolism in Offspring Mice. *Frontiers in Public Health*, 10(May), 1-11. DOI: 10.3389/fpubh.2022.872198

Yüksel M, Nazıroğlu M, Özkaya MO (2016): Long-term exposure to electromagnetic radiation from mobile phones and Wi-Fi devices decreases plasma prolactin, progesterone, and estrogen levels but increases uterine oxidative stress in pregnant rats and their offspring. *Endocrine.* 2016 May;52(2):352-62; DOI: 10.1007/s12020-015-0795-3

Zhang Yanchun, Zhihui LI, GAO Yan and ZHANG Chenggang (2014): Effects of fetal microwave radiation exposure on offspring behavior in mice. *Journal of Radiation Research*, 2014, pp 1–8 ; DOI: 10.1093/jrr/rru097

Reviews

Behari J, Rajamani P (2012): Electromagnetic Field Exposure Effects (ELF-EMF and RFR) on Fertility and Reproduction. BioInitiative 2012 | Report, Section 18

Bellieni CV, Pinto I (2012): Fetal and Neonatal Effects of EMF. BioInitiative 2012 | Report, Section 19

Chatha WA, Hegazy AMS, Bayomy N, Khan DS, El Shafey S, Badawy M, Niazi A, Mosaed MM, Mohamed H, Mustafa M, Elgendy H, Alyan AR (2026): Impact of mobile phone use during pregnancy on fetal development and birth defects: a review. *Ann Clin Anal Med* 2026; 17 Suppl 2: 206-210; DOI: 10.4328/ACAM.22598

Gye MC, Park CJ (2012): Effect of electromagnetic field exposure on the reproductive system. *Clin Exp Reprod Med*. 2012 Mar;39(1):1-9; DOI: 10.5653/cerm.2012.39.1.1

Kashani ZA, Pakzad R, Fakari FR, Haghparast MS, Abdi F, Kiani Z, Talebi A, Haghgoo SM (2023): Electromagnetic fields exposure on fetal and childhood abnormalities: Systematic review and meta-analysis; DOI: 10.1515/med-2023-0697

Morgan LL, Kesari S, Davis DL (2014): Why children absorb more microwave radiation than adults: The consequences. *J Microsc Ultrastruct* 2014; 2 (4): 197-204; DOI: 10.1016/j.jmau.2014.06.005

Oladipo AA, Adisa VI, Ogunkola BD, Oladapo OM, Ajeigbe SB, Adedoyin OO, Akhigbe TM, Akhigbe RE (2025): Impact of electromagnetic radiation on human reproduction health: Causes, consequences, and potential therapeutic approaches. *J Radiat Res Appl Sci* 2025; 18 (4): 102010; DOI: 10.1016/j.jrras.2025.102010

Sage C, Burgio E (2018): Electromagnetic Fields, Pulsed Radiofrequency Radiation, and Epigenetics: How Wireless Technologies May Affect Childhood Development. *Child Dev*. 2018 Jan;89(1):129-136; DOI: 10.1111/cdev.12824

Sonstige Literatur

Kim S, Han D, Ryu J, Kim K, Kim YH (2021): Effects of mobile phone usage on sperm quality - No time-dependent relationship on usage: A systematic review and updated meta-analysis. *Environ Res* 2021; 202: 111784; DOI: 10.1016/j.envres.2021.111784

Lin JC (2025): Health and safety practices and policies concerning human exposure to RF/microwave radiation, *Front Public Health* 2025; 13: 1619781; DOI: 0.3389/fpubh.2025.1619781

Levine H, Jørgensen N, Martino-Andrade A, Mendiola J, Weksler-Derri D, Jolles M, Pinotti R, Swan SH (2017): Temporal trends in sperm count: a systematic review and meta-regression analysis of samples collected globally in the 20th and 21st centuries, *Human Reproduction Update*, Volume 29, Issue 2, March-April 2023, Pages 157-176; DOI: 10.1093/humupd/dmx022

Mutter J, Hensinger P: Rückgang der Spermienqualität: Umweltmedizinische Ursachen. *zkm* 2019; 1: 48-55

Nazıroğlu M, Akman H (2014): Effects of Cellular Phone – and Wi-Fi-Induced Electromagnetic Radiation on Oxidative Stress and Molecular Pathways in Brain, in: I. Laher (ed): *Systems Biology of Free Radicals and Antioxidants*, Springer Berlin Heidelberg, 106, S. 2431-2449; DOI:10.1007/978-3-642-30018-9_210

Pinto, Manuela Fernández (2019): To Know or Better Not to: Agnotology and the Social Construction of Ignorance in Commercially Driven Research, *Science & Technology Studies* 30(2), <https://sciencetechnologystudies.journal.fi/article/view/61030>

Rahban R, Senn A, Nef S, Rössli M (2023): Association between self-reported mobile phone use and the semen quality of young men. *Fertil Steril* 2023; 120 (6): 1181-1192; DOI: 10.1016/j.fertnstert.2023.09.009

Schuermann D, Mevissen M (2021): Manmade Electromagnetic Fields and Oxidative Stress – Bio-logical Effects and Consequences for Health. *Int. J. Mol. Sci.* 2021, 22, 3772; DOI: 10.3390/ijms22073772

STOA (2021): 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. <https://kurzlinks.de/q3jv>

Yakymenko I, Tsybulin O, Sidorik E, Henshel D, Kyrylenko O, Kyrylenko S (2016): Oxidative mechanisms of biological activity of low-intensity radiofrequency radiation. *Electromagn Biol Med* 2016; 35 (2): 186-202; DOI: 10.3109/15368378.2015.1043557