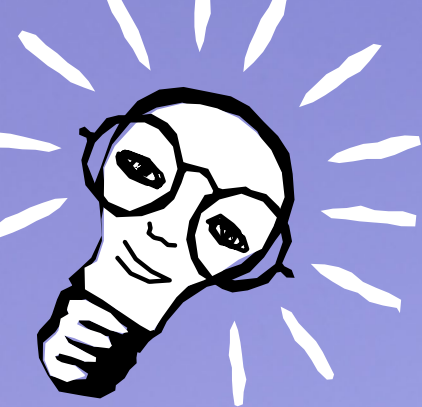




ÜBERBLICK

für den Durchblick

Nr. 4

**Wirkt Mobilfunk
auf das Gehirn?**



Überblick Nr. 4

Wirkt Mobilfunk auf das Gehirn?

Stand: 16. September 2026

Zusammenfassung

Die diagnose:funk-Publikationsreihe „ÜBERBLICK für den Durchblick“ informiert über den Stand der Forschung zu den gesundheitlichen Auswirkungen der nicht-ionisierenden Strahlung des Mobilfunks. Die Recherche der wissenschaftlichen Studien stützt sich auf die Datenbanken www.EMFdata.org und www.EMF-Portal.de.

Der ÜBERBLICK Nr. 4 widmet sich der umfangreichen Studienlage zu den Auswirkungen der Mobilfunkstrahlung auf die neurobiologischen Grundlagen mentaler Prozesse. Hochfrequente elektromagnetische Felder verändern zentrale Stoffwechselprozesse im Gehirn. Besonders alarmierend ist die daraus resultierende Desynchronisation endogener Rhythmen – zentrale Abläufe geraten aus dem Takt und das neuronale Zusammenspiel wird massiv gestört. Das hat Folgen für Lernen, Gedächtnis und Verhalten – bis hin zu neurologischen und neurodegenerativen Störungsbildern. Über 60 Studien werden dazu dokumentiert.

Dieser ÜBERBLICK basiert auf einem Vortrag, den Peter Hensinger am 3. Juni 2025 in Dornach bei der Medizinischen Sektion am Goetheanum gehalten hat.

Diesen ÜBERBLICK dürfen Sie gerne online (Homepages, Social Media) verbreiten, wenn Sie diagnose:funk vorher darüber informieren und die Quelle angeben.

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

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	2
1 Psychosoziale Langzeitfolgen der Nutzung digitaler Medien.....	4
2 Einordnung von Funkstrahlung in das elektromagnetische Spektrum.....	5
3 Synchronisation der Gehirnfunktionen durch elektromagnetische Felder	6
4 Wissenschaftliche Studien zu Strahlung und Gehirn	8
4.1 Negative Wirkungen auf Gedächtnis und räumliches Denken.....	8
4.2 Hippocampus unter Strahlenstress	10
4.3 Die Ergebnisse der Studien von Kim et al: Desynchronisation des Gehirns	11
4.3.1 Auswirkungen elektromagnetischer Strahlung (HF-EMF) auf Neurotransmitter..	14
4.4 Exkurse: Wie Gehimzellen lernen und Informationen speichern	15
4.4.1 Erster Exkurs: Die Nervenzelle im Gehirn (Neuron).....	15
4.4.2 Zweiter Exkurs: Der Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF) – Der Wachstumsfaktor für Nervenzellen.....	17
4.4.3 Dritter Exkurs: Die Hebb'sche Lernregel.....	17
4.5 Mobilfunkstrahlung führt zu synaptischen Dysfunktionen	18
5 Weitere Studien zu HF-EMF und Gehirn.....	20
5.1 Unterentwickelte Raum-Zeit-Verrechnung.....	23
5.2 Der ganze Mensch denkt.....	24
5.3 Hyperpermeabilität der Blut-Hirn-Schranke.....	25
5.4 Unspezifische Symptome	25
5.5 Die Auswirkungen der 10 Hz-Pulsung von WLAN	25
5.6 Studien zum besonderen Risiko bei Epilepsie durch Strahlung.....	28
6 Der Suchtmechanismus.....	28
7 Lösungen für eine strahlenminimierte Umgebung	29
8 Folgerungen	29
Vertiefende Artikel.....	30
Glossar.....	31
Literatur.....	31
Quellen / Studien	36
Veröffentlichungen in der Reihe „ÜBERBLICK für den Durchblick“	55

1 Psychosoziale Langzeitfolgen der Nutzung digitaler Medien

Die psychosozialen Folgen wie Konzentrationsprobleme, emotionale Erschöpfung, sozialer Rückzug oder ein gestörtes Selbstbild durch die Nutzung digitaler Medien bei Kindern sind in aller Munde. Weltweit erlassen Regierungen Smartphone-Verbote an Schulen. Eine Entwicklung, die man vor zwei Jahren so nicht erwartet hätte.

Neben diesen Auswirkungen bleibt ein weiterer Risikofaktor oft unterschätzt, die Gefährdung durch die Strahlenbelastung.

Smartphones und Tablets senden und empfangen Mikrowellenstrahlung, eine nicht-ionisierende Strahlung. Wenn Kinder und Jugendliche heute im Schnitt mehr als 70 Stunden in der Woche das Smartphone und Tablet nutzen, so die Postbankstudie 2025, sind sie auch so lange einer Strahlenbelastung ausgesetzt.

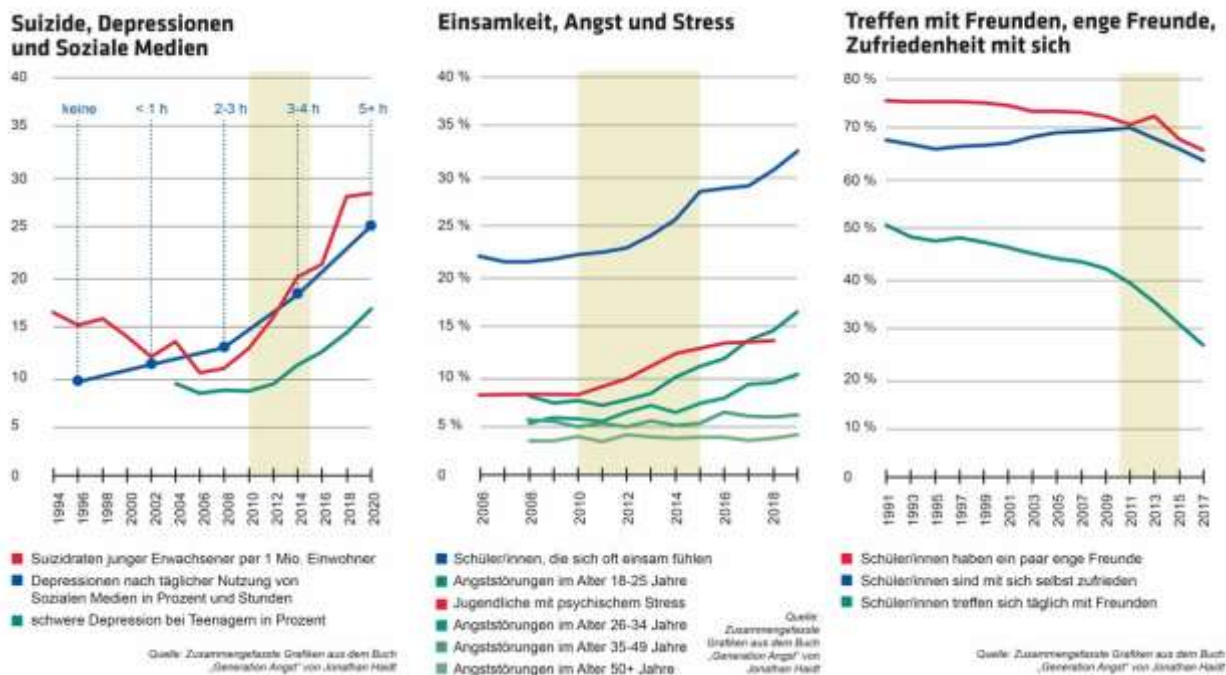


Das medizinische und psychische Schädigungspotential einer ausufernden Nutzung von Bildschirmmedien für Kinder und Jugendliche ist insgesamt enorm. Die **„Leitlinie zur Prävention dysregulierten Bildschirmmediengebrauchs in Kindheit und Jugend“** (Leitlinie 2023) von 11 deutschen Fachverbänden, u.a. der BZgA (Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung), wertet die Begleitforschung aus und analysiert als Hauptrisiken: Übergewicht, Schlafstörungen, Augenerkrankungen, Entwicklungsstörungen, Bindungsstörungen, Verhaltensstörungen, Internetsucht, Mobbing und sexuelle Belästigung, Glücksspiel, **Strahlungsbelastung** sowie prä- und postnatale Auswirkungen der Nutzung während der Schwangerschaft. Die Leitlinie ist eine Reaktion auf die Folgen der Nutzung des Smartphones, das im Jahr 2007 auf den Markt kam. Eine Zeitenwende, die sich bis heute gravierend auf Familien, ihre Kinder, Kitas und Schulen auswirkt. Der Sozialpsychologe Jonathan Haidt definiert in seinem Buch „Generation Angst“ diese Zeitenwende so:



„Die vollständige Umstellung von einer spielerischen Kindheit, die wir seit Millionen von Jahren hatten, auf eine telefonbasierte Kindheit.“

Jonathan Haidt schreibt: „Um das Jahr 2012 stürzte die geistige Gesundheit junger Menschen eine Klippe hinunter“ (NZZ vom 08.04.2024). Grafiken aus Haidts Buch zeigen, dass in Folge der Smartphone-Nutzung pathologische Entwicklungen seit 2010 massiv ansteigen: Depressionen, Suizide, Ängste, Einsamkeitsgefühle und Stress haben sich bis zu verdreifacht, Freundschaften und Sozialkontakte nehmen rapide ab (Grafik 1). Die Korrelationen mit der Smartphonennutzung liegen auf der Hand.



Grafik 1

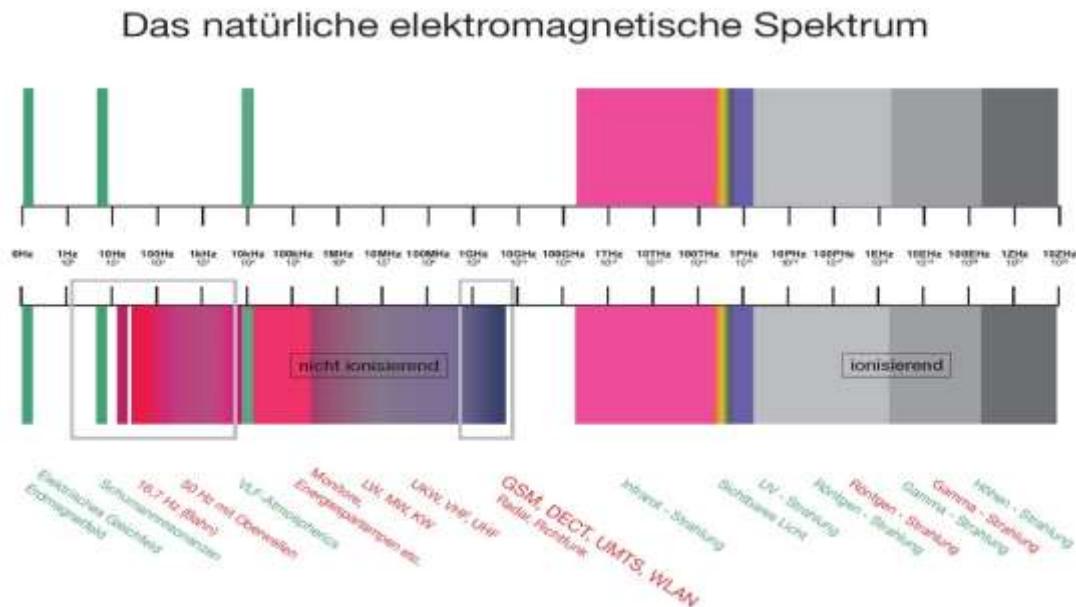
Jonathan Haidt: Kipppunkt 2012. Die Smartphonennutzung und ihre katastrophalen Auswirkungen auf Kinder und Jugendliche.

75 Experten aus Deutschland und der Schweiz forderten deshalb im März 2025 in einem Appell, der vom Bündnis für humane Bildung initiiert wurde, einen Stopp der Digitalisierung von Erziehungsrichtungen, eine Rückbesinnung auf die Pädagogik und eine humane Bildung (Bündnis 2025). Experten für Strahlenschutz warnen vor massiven gesundheitsschädlichen Auswirkungen (ICBE-EMF 2022, Davis et al. 2023). Die heute unbestrittenen psychosozialen Auswirkungen stehen in Wechselwirkung mit Auswirkungen der Strahlenbelastung. Verursacht die Handystrahlung Krebs? Ja – oder nein? Diese Frage beherrscht die Diskussion. Die wichtige Krebsdiskussion (s. dazu den ÜBERBLICK Nr. 2) verdeckt Erkenntnisse über unmittelbare pathologische Auswirkungen, insbesondere zu Schädigungen von Kindern durch nicht-ionisierende Strahlung u.a. auf den Stoffwechsel im Gehirn. Dieser ÜBERBLICK behandelt die Frage: Wie wirkt sich die nicht-ionisierende Mobilfunkstrahlung auf den Gehirnstoffwechsel aus? Die Erkenntnisse darüber müssen Teil der öffentlichen Debatte werden! Denn sie sind brisant.

2 Einordnung von Funkstrahlung in das elektromagnetische Spektrum

Zum besseren Verständnis der Problematik zunächst eine Erläuterung des elektromagnetischen Spektrums. Die Abbildung (Grafik 2) zeigt oben das natürliche Spektrum unserer

Umwelt mit charakteristischen Lücken im Zustand um das Jahr 1900, bevor Funk- und Radiowellen diese Lücken durch menschlichen Einfluss besetzten.



Grafik 2

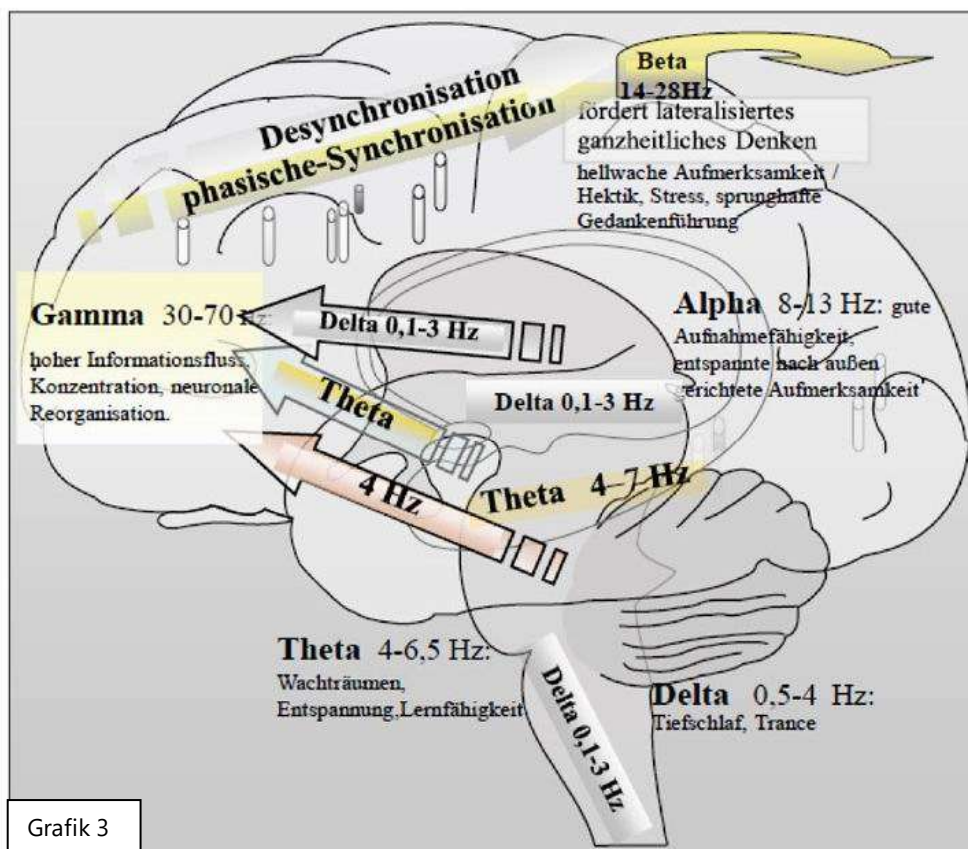
Das heutige elektromagnetische Spektrum

Der Italiener Guglielmo Marconi entdeckte die Möglichkeit der technisch erzeugten elektromagnetischen Wellen für den drahtlosen Funk und nutzte dazu die Frequenzen dieser Lücken. Gerade mit diesen Frequenzen kommunizieren aber auch unsere Zellen. Die Frequenzlücken in unserer Umwelt gibt es heutzutage nicht mehr. Sie sind heute weitgehend mit Funkanwendungen, die nicht-ionisierende Strahlung nutzen (s. Glossar), gefüllt, wie aus der Abbildung im unteren Teil ersichtlich ist, und von Jahr zu Jahr werden die verbleibenden Lücken weiter ausgefüllt. Was geschieht nun, wenn technisch erzeugte Funkwellen, die seit ca. 1900 immer mehr wurden (Radio, Funk, TV), auf frequenzanaloge Zellkommunikation und Gehirnrythmen treffen? Damit befasst sich die Forschung, denn der Mensch ist ein elektromagnetisches Wesen.

3 Synchronisation der Gehirnfunktionen durch elektromagnetische Felder

Elektromagnetische Felder (EMF) spielen bei Stoffwechselvorgängen und Steuerungen von Gehirnfunktionen eine entscheidende Rolle. Die Grafik 3 zeigt, welche Frequenzen (im Niederfrequenzbereich) bei den Gehirnrythmen vorkommen. Die Gehirnforscherin Prof. Dr. Gertraud Teuchert-Noodt schreibt:

„Oszillatoren entstehen teilweise aus der Kommunikation neurochemischer Zellprozesse, sie sind rhythmisch aufeinander abgestimmt, interferierende Sequenzen synchronisieren ganze Gehirnareale: Aktivität steht im Mittelpunkt allen neuronalen Reifungsgeschehens. Sie wird einerseits über Sinnesbahnen aus der Umwelt geliefert und zusätzlich aus hirneigenen Oszillatoren gespeist und in sich synchronisierende Hirnrhythmen übertragen, die Grundlage für unser Denken und Lernen sind. Beide Quellen beeinflussen sich wechselseitig über die Chemie des Gehirns, also über spezifische Neurotransmitter, mittels derer sich elektrische Signalströme in die Strukturen der Nervenetze einschreiben. Die Kopplung von elektromagnetischen und chemischen Signalen ist Kernbestandteil der neuronalen Struktur-Funktionskopplung“ (Text und Grafik 3: Teuchert-Noodt 2019).



Extern erzeugte EMF können in die Signalübertragungen der Nervenzellen und Synapsen eingreifen und so die Signalverarbeitung modulieren oder sogar stören. Im Gehirn und seinen Zellen werden Informationen zwischen Nervenzellen (Neuronen) auf zwei Wegen übertragen – elektrisch und chemisch. Am Ende des Axons, im synaptischen Endknöpfchen, führt das elektrische Signal des Aktionspotenzials zur Freisetzung von chemischen Botenstoffen, den Neurotransmittern. Nervenverbindungen ändern sich, es entstehen neue Spuren im Gehirn. Dieser Änderungsprozess steht für Lernen und elektromagnetische Felder sind daran beteiligt: „Was letztlich im Gehirn geschieht, hängt davon ab, wie einzelne Neuronen Signale übermitteln, und dies wiederum hängt von der Aktivität von Molekülen innerhalb der Neuronen ab“ (Squire/Kandel, S. 16). Die Speicherung von Gedächtnisinhalten beruht auf Veränderungen der neuronalen Verbindungsstärke. Wesentliche Verbindungen werden

gestärkt, die unwesentlichen, nicht gebrauchten oder nicht mehr brauchbaren, werden stillgelegt (maskiert) oder abgebaut. Wenn Nervenzellen Signale (Aktionspotentiale) weiterleiten, fließen immer auch elektrische Ströme, die wiederum magnetische Felder induzieren. Hierbei muss man zwischen extern und intern induzierten Feldern unterscheiden. Zu den Wirkungen der Funkstrahlung, sowohl ihrer nieder- als auch hochfrequenten Anteile, auf die Zellkommunikation und die Gehirnwellen gibt es eine fundierte Forschungslage.

4 Wissenschaftliche Studien zu Strahlung¹ und Gehirn

4.1 Negative Wirkungen auf Gedächtnis und räumliches Denken

In der Schweiz wurde vom Schweizerischen Tropen- und Public Health-Institut eine Studie mit 700 Jugendlichen durchgeführt, um abzuklären, wie sich die Strahlung beim Telefonieren auf das Gehirn auswirkt (Foerster et al. 2018). Ein Jahr lang wurde die Handynutzung von Zwölf- bis Siebzehnjährigen ausgewertet. Die Studie mit dem Titel „Eine prospektive Kohortenstudie zur Gedächtnisleistung von Jugendlichen und die individuelle Hirndosis der Mikrowellenfelder durch Funkkommunikation“ ergab, dass hochfrequente elektromagnetische Felder von Mobiltelefonen sich nachteilig auf die Entwicklung der Leistung im figuralen Gedächtnis (d. h. die Fähigkeit, visuelle Eindrücke (Bilder, Formen, Muster, Strukturen zu speichern, wiederzuerkennen und zu benennen) auswirken. Wie zu erwarten, wiesen die Vieltelefonierer eine erhöhte Strahlenbelastung im Gehirn auf. Die spannende Erkenntnis: Je mehr Telefonate, desto schlechter die Leistung im figuralen Gedächtnistest.



Bild: pexels-rdne-6849349

¹ Im Folgenden ist mit „Strahlung“ immer „Mobilfunkstrahlung“ gemeint, keine Sonnenstrahlung u. a.

Eine zweite Studie lässt aufhorchen. Die Studie „Radiofrequente elektromagnetische Felder und neurologische Entwicklungsstörungen bei Säuglingen: Eine prospektive Kohortenstudie“ (Setia et al. 2025), durchgeführt vom Mahatma Gandhi Mission (MGM) Institut für Gesundheitswissenschaften und dem Medical College and Hospital – alle ansässig in Navi Mumbai (Indien). Die Studie untersuchte den Zusammenhang zwischen der Strahlenbelastung in Haushalten und den Auswirkungen auf Säuglinge. Es wurden alle Strahlungsquellen im Haus incl. die Einstrahlung von Mobilfunkmasten erfasst. 105 Neugeborene wurden über ein Jahr in ihrer Entwicklung beobachtet. Besonders interessant: Da Säuglinge nicht selbst telefonieren, macht die Studie Aussagen zu den Auswirkungen der Umgebungsstrahlung. Die Strahlenbelastung betrug im Schnitt $8,66 \text{ mW/m}^2$, sie schwankte zwischen $0,62$ und $32,36 \text{ mW/m}^2$. In den Bereichen „Kommunikation“ und „Grobmotorik“ war der Anteil der behandlungsbedürftigen Kinder (Klassifikation 'monitor/refer') mit Entwicklungsverzögerungen bei den stark bestrahlten Säuglingen höher als bei denen mit geringer Belastung, im Bereich „Problemlösung“ war der Unterschied statistisch signifikant. Die Autoren schlussfolgern, *„dass höhere Strahlungswerte mit schlechteren Ergebnissen in kognitiven Entwicklungsbereichen wie Problemlösung und persönlichem und sozialem Verhalten assoziiert waren ... Daher könnte es notwendig sein, die Überwachung der neurologischen Entwicklung bei Kindern in Betracht zu ziehen, bei denen eine höhere HF-EMF-Strahlung zu erwarten ist (z. B. in unmittelbarer Nähe von Mobilfunkmasten und bei zu vielen elektronischen Geräten im Haushalt).“*

Die Autoren schreiben, dass dies die erste Studie dieser Art sei und sie deshalb keine Kausalität behaupten. Es werden in der Studie keine Aussagen über die viel beobachtete Praxis gemacht, dass Mütter und Väter das Baby an der Brust tragen und in geringem Abstand davon mit dem Smartphone kommunizieren. Das Baby ist dadurch einer hohen Nahfeldbestrahlung ausgesetzt.

Wie sind die Entwicklungsverzögerungen bei Säuglingen und das verminderte figurale Gedächtnis bei Jugendlichen erklärbar? Als Ursachen für die Ergebnisse dieser epidemiologischen Studien weisen medizinisch-biologische Studien Veränderungen des Gehirnstoffwechsels durch die Strahlung nach. Solche Studien gibt es für alle beim Mobilfunk bisher angewandten Frequenzen.

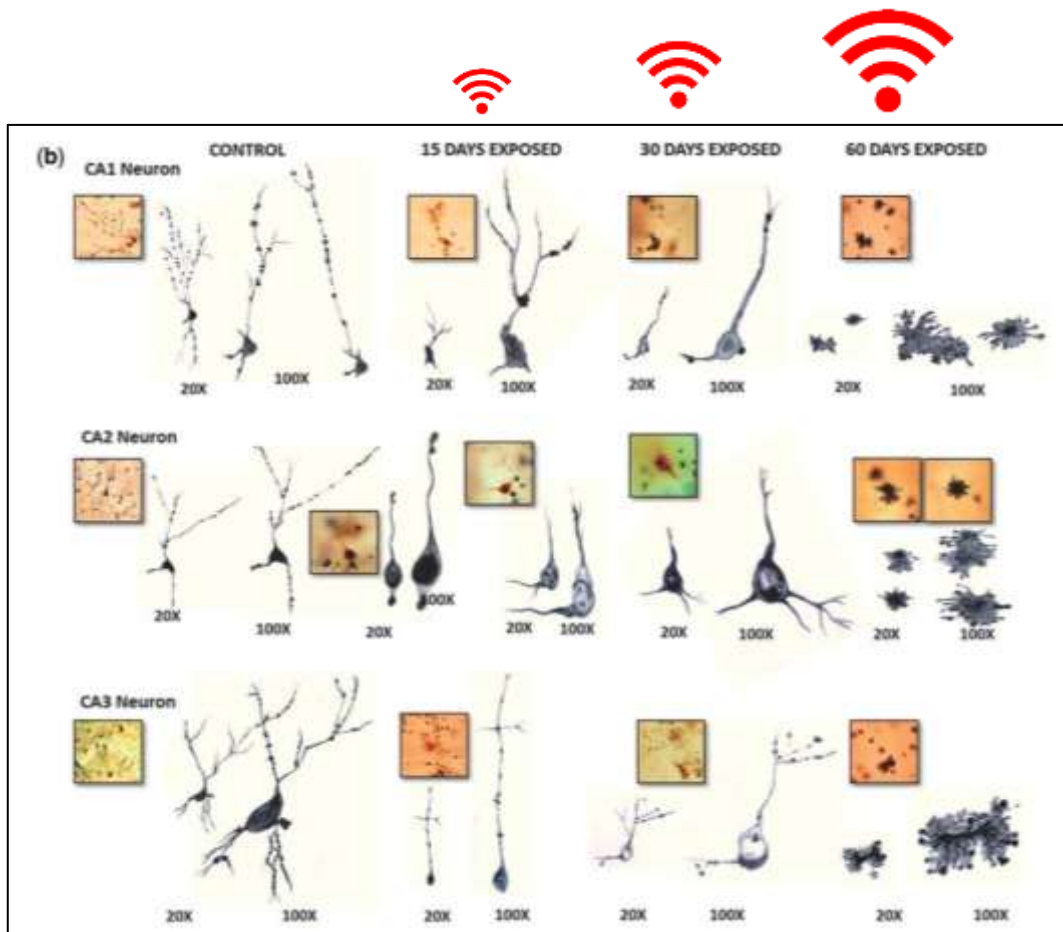
Eine aktuelle Studie aus Schweden zeigt einen alarmierenden Anstieg von Gedächtnisproblemen bei Kindern und Jugendlichen in Schweden und Norwegen. Der dramatische Anstieg der Strahlenbelastung durch drahtlose Technologien, der in den letzten zehn Jahren zu verzeichnen war, wird als möglicher Faktor genannt. (Nilsson / Hardell 2025).

Die aktuelle Studie von Cui et al. (2026) zeigt, dass elektromagnetische Felder das Furchtgedächtnis beeinträchtigen können, weil sie die neuronale Verbindung zwischen der primären Hörrinde und dem emotionalen Angstzentrum der Amygdala (Au1-BLA-Schaltkreis) funktionell schwächen und dabei sowohl die Signalübertragung als auch die Kalziumaktivität der beteiligten Nervenzellen reduzieren; die beobachteten pathologischen Veränderungen in den betroffenen Hirnarealen bestätigen, dass EMF Gedächtnisprozesse stören können.

4.2 Hippocampus unter Strahlenstress

Vorangestellt sei ein typisches Studienergebnis für die Auswirkungen der nicht-ionisierenden Strahlung auf das Gehirn, veröffentlicht im ElektromogReport, April 2018. Zwei Studien von Shahin et al. (2015, 2018) konnten für WLAN nachweisen:

„(1) Verschlechtertes Lern- und Erinnerungsvermögen bei männlichen erwachsenen Mäusen, welche mit 2,45 GHz Mikrowellen (also WLAN) bestrahlt wurden. (2) Erhöhtes hippocampisches Stresslevel. (3) Beeinträchtigte synaptische Plastizität. (4) Verringerte Expression von Signalwegskomponenten, welche für Lern- und Gedächtnisprozesse von hoher Bedeutung sind. Alle oben aufgezählten Wirkungen sind abhängig von der Bestrahlungsdauer: Je länger die Bestrahlung, desto drastischer die Wirkung. Nach Meinung der Autoren wurde der grundlegende Mechanismus, wie 2,45 GHz-Mikrowellen das Lern- und Erinnerungsvermögen von Mäusen negativ beeinflussen, identifiziert.“



Grafik 4: Struktur und Form der Neuronen im Hippocampus der bestrahlten Mäuse nach Befeldung mit EMF; aus Shahin et al. (2015): „Anzahl der Dendriten nahm bei allen exponierten Mäusegruppen zeitabhängig signifikant ab.“ „Die Anzahl der absterbenden oder degenerierenden Neuronen stieg bei den Mäusegruppen, die 30 und 60 Tage lang 2,45 GHz ausgesetzt waren.“ „Beachten Sie die neuronale Verklumpung oder Verstopfung bei Mäusen, die 60 Tage lang 2,45 GHz ausgesetzt waren.“

Dass diese biologischen Blockaden kein reines WLAN-Phänomen sind, sondern sich bei Mobilfunk-Frequenzen (900 MHz) bestätigen, zeigt eine Studie der Arbeitsgruppe Azimzadeh et al. (2024). Sie wies im Rattenmodell nach, dass eine GSM-Mobilfunkbefeldung bereits im Embryonalstadium zu anhaltenden Störungen im Hippocampus führt. Die Lernfähigkeit der Nervenbahnen wird spürbar vermindert, was sich später in kognitiven Defiziten der Nachkommen äußert. Da die Gabe des pflanzlichen Wirkstoffs Linalool diese Effekte weitgehend abmildern konnte, gilt ein gestörter Spurenelement-Haushalt und der damit verbundene oxidative Zellstress als Hauptursache.

Bereits im Jahr 2001 zeigten zudem Hoffmann et al. an Wüstenrennmäusen, dass auch chronische niederfrequente Felder (50 Hz) die Neurogenese – also die Zellneubildung – im Hippocampus um fast 30 Prozent senken können.

Diese Daten untermauern, dass hochfrequente elektromagnetische Felder die zentralen Schaltstellen unserer Informationsverarbeitung angreifen. Die nachgewiesenen Störungen der synaptischen Anpassung und der Netzwerk-Kommunikation im Gehirn stehen damit in eklatantem Gegensatz zu den Zielen jeglichen Lernens und geistiger Entwicklung.

Es sind zwei zentrale Begriffe, die in nahezu allen Studien auftauchen: **Hippocampus** und **Plastizität des Gehirns**. Die synaptische Plastizität bezeichnet die Fähigkeit von Synapsen, also den Verbindungsstellen zwischen Nervenzellen, ihre Struktur und Funktion in Abhängigkeit von der Aktivität, von Erfahrungen und Umwelteinflüssen, zu verändern. Sie ist eine grundlegende Eigenschaft des Nervensystems und spielt eine entscheidende Rolle bei Lern- und Gedächtnisprozessen (Teuchert-Noodt 2025). Der Hippocampus spielt eine zentrale Rolle beim Lernen und der Steuerung von Gehirnfunktionen, insbesondere in folgenden Bereichen:

- Gedächtnisbildung
- Raum-Zeit-Orientierung: Der Hippocampus hat spezifische Ortszellen (*place-cells*) und Zeit-Zellen (*time-cells*), damit Erlebnisse nicht nur inhaltlich, sondern auch in Bezug auf ihre zeitlichen Abläufe und räumlichen Kontexte abgerufen werden können. Für diese Entdeckungen wurde 2014 sogar der Medizin-Nobelpreis vergeben.
- Lernprozesse
- Koordination mit anderen Hirnregionen

Kurz: Der Hippocampus ist ein zentrales Schaltzentrum für Gedächtnis, Lernen und Orientierung. Er hat die Fähigkeit zur lebenslangen Neubildung von Nervenzellen. Das ist maßgeblich für die neuronale Plastizität (d.h. lebenslange Bildung von neuen Nervenzellen und ihre Integration in das bestehende Nervenetz, das dadurch flexibel bleibt). Er schwingt in der Theta-Frequenz von 4-7 Hz. Ohne ihn, den Sekretär des Gehirns, wäre zielgerichtetes Verhalten und bewusstes Erinnern nicht möglich. Denn er steuert auch das Stirnhirn, unsere Exekutive, unser Kontrollorgan. Steuerungsfehler haben fatale Folgen, nicht nur für die Intelligenz, sondern bis hin zu neurologischen und psychischen Erkrankungen.

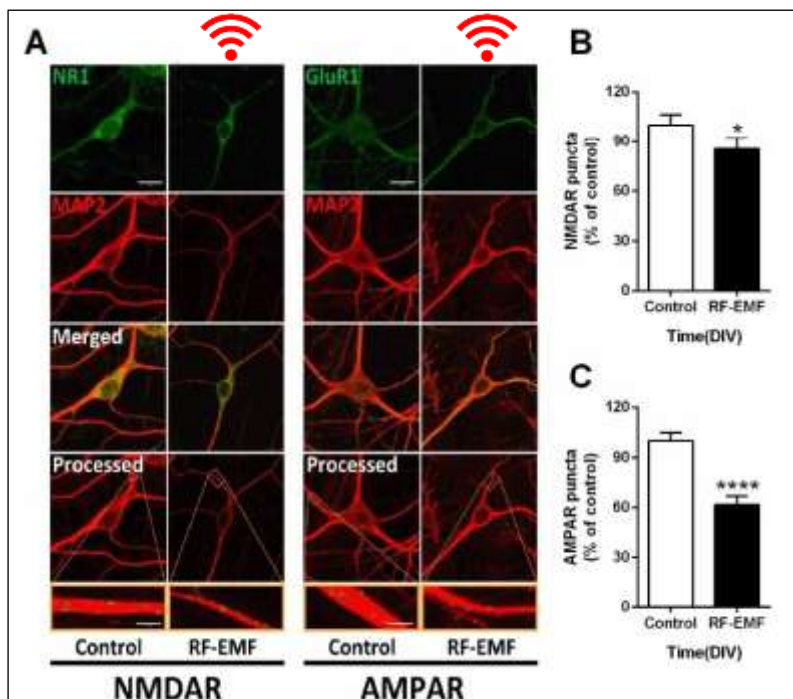
4.3 Die Ergebnisse der Studien von Kim et al: Desynchronisation des Gehirns

Beispielhaft zeigen die Studien der südkoreanischen Arbeitsgruppe von Kim et al. (2021, 2024) die Folgen der Strahlungseinwirkungen. Die Untersuchungen haben die Titel:

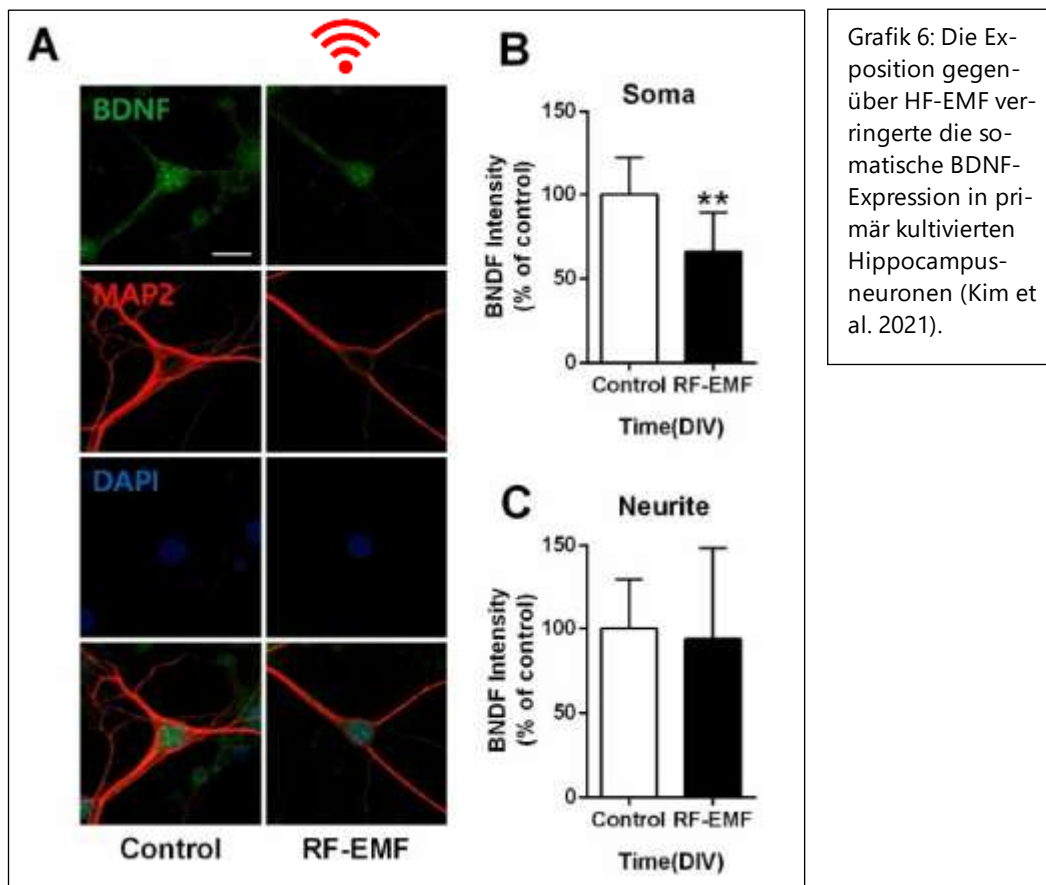
- „Die Exposition bei HF-EMF verändert die postsynaptische Struktur und behindert das Wachstum von Neuriten bei sich entwickelnden Hippocampus-Neuronen von früh postnatalen Mäusen“ (2021). (diagnose-funk.org/1748)
- „Hochfrequenz-Exposition induziert synaptische Dysfunktion in kortikalen Neuronen, die Lern- und Gedächtnis-Veränderungen in frühen postnatalen Mäusen verursacht“ (2024). (diagnose-funk.org/2146)

Kim et al. befeldeten (d. h. Mobilfunkstrahlung aussetzen) neugeborene Mäuse von Tag 1 nach Wurf 4 Wochen lang. Die ersten drei Wochen geschah dies in Beisein der Muttertiere. Die Jungtiere wurden mit 1850 MHz – einer typischen Mobilfunkfrequenz – befeldet. Der SAR-Wert betrug 4 W/kg. Dies entspricht in diversen Staaten der maximal zulässigen Belastung für normale Mobilfunknutzer. Die Wissenschaftler untersuchten die neuronale Entwicklung sowie Synapsenbildung mit dem Fokus auf dendritische Dornfortsätze mittels Elektronenmikroskopie.

Kim et al. konnten zeigen, wie die Strahlung auf molekularer Ebene im Gehirn den Stoffwechsel beeinflusst. Die Strahlung hemmt die Entwicklung der synaptischen Struktur und ihrer Dichte sowie das Neuritenwachstum, mit negativen Folgen auf das Verhalten, das räumliche Lernen und das Gedächtnis. Ursachen sind u.a. Veränderungen bei zwei Stoffen: eine reduzierte BDNF- und Glutamatrezeptorexpression (NMDA/AMPA). Das bedeutet, zwei zentrale Stoffe der Gehirnentwicklung werden gehemmt.

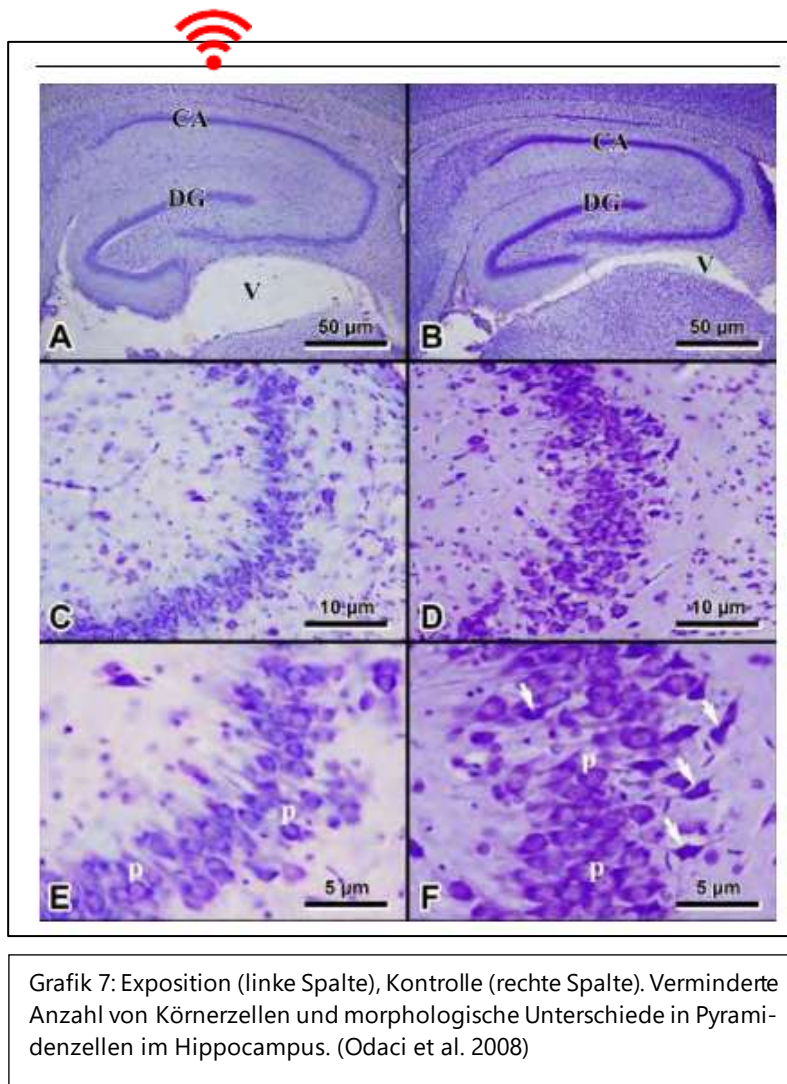


Grafik 5: Die Exposition gegenüber HF-EMF verringerte die Expression von NMDAR und AMPAR. (A). Die Bilder zeigen Hippocampusneuronen: AMPAR (GluR1, grün), NMDAR (NR1, grün) mit MAP2 (Marker, rot) (Kim et al. 2021).



Wie die Studien von Kim et al. kommt auch die Studie von Bodin et al. (2025) zu dem Ergebnis: Die „*In-vivo-Ergebnisse zeigten eine Abnahme des BDNF-Spiegels*“. Als Gesamtergebnis ihrer Studie resümiert diese französische Arbeitsgruppe, dass schon „*während der pränatalen Entwicklung eine kontinuierliche Exposition gegenüber HF-EMF-Wellen an den regulatorischen Schwellenwerten ... die Synaptogenese im unreifen Gehirn von Nagetieren verringert*“ und warnt: „*Diese Daten unterstützen die Hypothese einer Anfälligkeit sich entwickelnder Organismen gegenüber HF-EMF-Expositionen und sprechen dafür, bei der HF-EMF-Exposition von Schwangeren und Kleinkindern während der Nutzung von Telekommunikationsgeräten Vorsicht walten zu lassen.*“

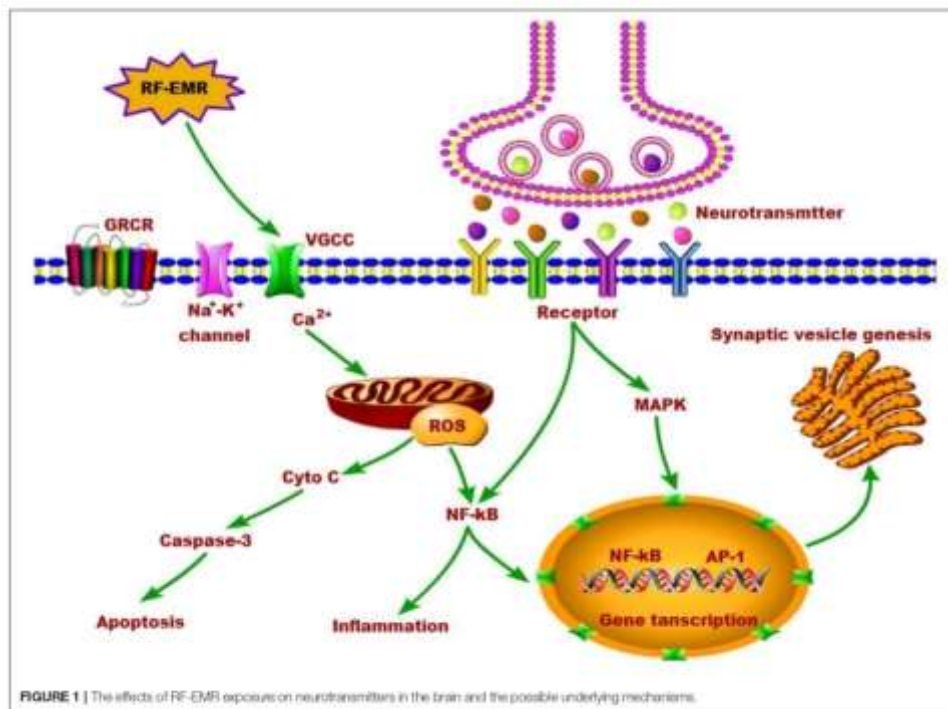
Eine weitere pränatale Auswirkung elektromagnetischer Felder betrifft die Produktion und Plastizität von Neuronen (Körnerzellen) im Gyrus dentatus, die für zentrale Hippocampus-Funktionen entscheidend sind. Die Körnerzellen filtern u. a. Informationen aus dem Stirnhirn und leiten sie in die Gedächtnisschleife weiter. Odaci et al. (2008) zeigten, dass eine pränatale EMF-Exposition die Anzahl der Körnerzellen im Gyrus dentatus von Ratten verringert (siehe Grafik 7).



4.3.1 Auswirkungen elektromagnetischer Strahlung (HF-EMF) auf Neurotransmitter

Zu den einzelnen Wirkungsmechanismen liegt der narrative, peer-reviewte Review der chinesischen Arbeitsgruppe Hu et al. (2021) vor. Darin wird dargestellt, wie elektromagnetische Felder im Frequenzbereich des Mobilfunks, einschließlich WLAN, Neurotransmittersysteme im Gehirn – vor allem Glutamat / NMDA, Dopamin, Serotonin, GABA und Acetylcholin - beeinflussen. Diese Systeme steuern unsere Denk- und Lernvorgänge. Eine Kernaussage der Studie:

„Zusammenfassend lassen diese Studien daraufschließen, dass HF-EMF je nach Intensität der Strahlenexposition zu Stoffwechselstörungen der Monoamin-Neurotransmitter im Gehirn führen und theoretisch zu abnormalem emotionalem Verhalten führen kann.“ (S.4)



Grafik 8: Schädigende Zellkaskaden, ausgelöst durch hochfrequente elektromagnetische Felder, Grafik aus Hu et al. 2021.

Die Autoren kommen zu vier zentralen Befunden: HF-EMF führen zu

1. Neurotransmitter-Ungleichgewicht, also einer biochemischen Dysregulation.
2. Oxidativem Stress und Apoptose, also zellulären Schädigungen.
3. Verhaltens- und Gedächtnisveränderungen, also funktionellen Folgen.
4. Möglichen irreversiblen Entwicklungsstörungen, denn sich entwickelnde Gehirne (Föten, Kinder) sind empfindlicher, da sich ihre neuronalen Netzwerke und Neurotransmittersysteme noch ausbilden.

Die Veränderungen sind frequenz- und dosisabhängig. Zusammen ergibt sich das Bild einer pathophysiologischen Beeinträchtigung des Gehirns durch HF-EMF. Das sensibel orchestrierte Zusammenspiel der Neurotransmitter kommt aus dem Takt.

Ausführliche Informationen zur Studie auf <https://diagnose-funk.org/2287>

Was bedeutet das nun? Tauchen wir in diese Ergebnisse tiefer ein!

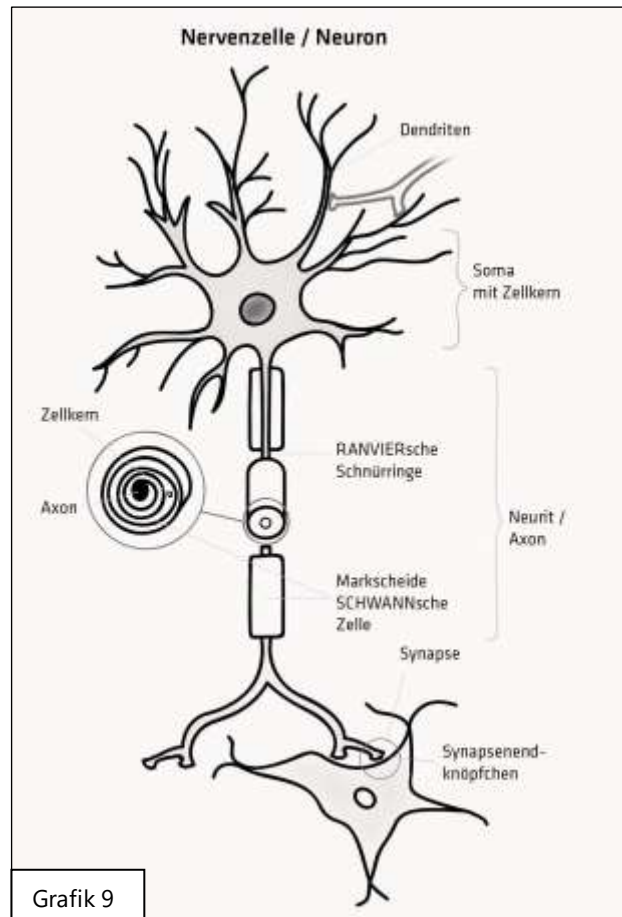
4.4 Exkurse: Wie Gehirnzellen lernen und Informationen speichern

4.4.1 Erster Exkurs: Die Nervenzelle im Gehirn (Neuron)

Um die Bedeutung dieser Ergebnisse von Kim et al. zu verstehen, folgt ein erster Exkurs zur Nervenzelle im Gehirn, dem Neuron: „Auf ihrer Fähigkeit, Signale weiterzuleiten, basiert unser gesamtes Geistesleben, von der sensorischen Wahrnehmung bis zur Bewegungskontrolle,

vom Denken bis zum Fühlen“ (Squire/Kandel, S. 27). In unserem Gehirn arbeiten 80-100 Milliarden Nervenzellen (Neuronen) (10^{11}). Jedes Neuron bildet rund 1000 Verbindungen mit anderen Neuronen an den Synapsen aus. In unserem Gehirn kommunizieren ca. 100 Billionen (10^{14}) Synapsen, die elementaren Einheiten der Gedächtnisspeicherung. Hier die Definitionen einzelner Bestandteile und ihrer Funktionen:

1. **Neuronen:** Neuronen sind spezialisierte Nervenzellen, die elektrische und chemische Signale zur Kommunikation im Nervensystem erzeugen, verarbeiten und weiterleiten.
2. **Synapsen:** Synapsen sind die Kontaktstellen zwischen Neuronen, an denen Informationen in Form chemischer und elektrischer Signale übertragen und weitergeleitet werden. Es gibt die Pree- und die Postsynapse, vergleichbar wie Sender und Empfänger.
3. **Dendriten (Eingangskanäle):** Dendriten sind verzweigte Fortsätze von Neuronen, die eingehende Signale von anderen Neuronen aufnehmen und zum Zellkörper weiterleiten. Sie sind die Empfangsregion für einlaufende Signale, durch eine Vergrößerung der Kontaktfläche.
4. **Dendritische Dornenanzahl:** Die dendritische Dornenanzahl gibt die Menge der kleinen, pilzförmigen Strukturen auf den Dendriten an, die Synapsen bilden und damit die Signalverarbeitung und Plastizität eines Neurons beeinflussen.
5. **Axone (Ausgangskanäle):** Axone sind lange Fortsätze eines Neurons, die elektrische Impulse vom Zellkörper zu anderen Neuronen, Muskeln oder Drüsen leiten.
6. **Neuriten:** Neuriten sind alle Fortsätze eines Neurons, also Dendriten und Axone, die Signale empfangen oder weiterleiten.
7. **Zellkörper:** Der Zellkörper (Soma) enthält den Zellkern mit der DNA, die die Gene des Neurons codiert.



Stoffwechselprozesse, die für das Wachsen und Funktionieren der Nervenzellen verantwortlich sind, werden durch elektromagnetische Felder beeinflusst: „Das synaptische Potential ist wie das Aktionspotential ein elektrisches Signal“ (Squire/Kandel S. 33, 117, Kandel S. 192, 296). Wenn das Aktionspotential die präsynaptische Endigung erreicht hat, wird ein

Neurotransmitter freigesetzt (Squire/Kandel S. 31). Die Reaktion auf eine Serie von Aktionspotenzialen bei einer synaptischen Verbindung beschreibt Kandel als „*simultanes Feuerm*“, das zur Langzeitpotenzierung (LTP), d. h. zu einer langandauernden Verstärkung der synaptischen Übertragung eines Neurons, führt (Kandel S. 700): „*Eine einzige, hochfrequente Serie elektrischer Reize kann die Stärke einer synaptischen Verbindung verdoppeln*“ (Squire/Kandel S. 115). Gedächtnisinhalte werden gespeichert, dafür steht die LTP.

4.4.2 Zweiter Exkurs: Der Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF) – Der Wachstumsfaktor für Nervenzellen

Der BDNF ist der Dünger für das Gehirn, ein kleines Protein, das unsere Gehirnentwicklung formt. Es ist ein neurotropher, also nerven-wachstumsfördernder Stoff (Kandel S. 112 ff). Stellen Sie sich das Gehirn wie einen Garten vor. Neuronen sind die Pflanzen, die wachsen, sich verzweigen und Verbindungen bilden. BDNF ist der Dünger, der dieses Wachstum unterstützt. Er wird im Gehirn gebildet, insbesondere im Hippocampus, Kortex und anderen lernrelevanten Arealen. Seine Entdeckung war ein bedeutender Meilenstein in der Neurowissenschaft, insbesondere im Verständnis von Lernen, Gedächtnis, psychischen Störungen und neurodegenerativen Erkrankungen.

BDNF fördert die Ausbildung und Verstärkung synaptischer Verbindungen und bildet damit eine Grundlage für Lernen und Gedächtnis. BDNF fördert die Reifung von neuronalen Netzwerken, hilft, sinnvolle Verschaltungen zu stabilisieren und überflüssige zu eliminieren. BDNF fördert die Neubildung von Nervenzellen im Hippocampus (auch im Erwachsenenalter!) und ist essenziell für die Langzeitpotenzierung (LTP), die für die Speicherung der Informationen ins Langzeitgedächtnis wesentlich ist. Ohne BDNF würden wichtige Nervenverbindungen gar nicht erst entstehen oder schnell wieder verschwinden. BDNF hilft dem Gehirn, Informationen zu speichern, indem er Verbindungen zwischen Nervenzellen stärkt. Er wirkt wie ein natürlicher **Booster für neuronale Netzwerke**, er ist essenziell für ein lernfähiges Gehirn und das Gedächtnis.

4.4.3 Dritter Exkurs: Die Hebb'sche Lernregel

Die Hebb'sche Lernsynapse spielt eine zentrale Rolle beim Lernen, insbesondere beim assoziativen Lernen. Sie basiert auf dem Prinzip, das der kanadische Psychologe Donald Hebb 1949 formulierte: „*Neurons that fire together, wire together.*“ („*Neuronen, die gemeinsam feuern, verdrahten miteinander.*“)

Eine synaptische Verbindung zwischen Neuronen, also zwischen ihren Dendriten und Axonen, ist zunächst nicht oder nur vorübergehend vorhanden. Die Hebb'sche Lernregel besagt, dass eine Synapse dann verstärkt wird, wenn die Präsynapse, das präsynaptische Neuron (Sender, Axon) und die Postsynapse, das postsynaptische Neuron (Empfänger, Dendrit), wiederholt und gleichzeitig aktiv sind, quasi wie ein sich selbst verstärkender Echoeffekt. Synapsen, die diese Eigenschaften zeigen, werden als Hebb-Synapsen bezeichnet. Das führt dazu, dass die Verbindung zwischen den beiden Nervenzellen stärker wird – also effizienter Signale übertragen werden. Diese Form der Verstärkung wird als Langzeitpotenzierung (LTP) bezeichnet, die wesentlich für die Speicherung einer Information ins Gedächtnis ist (Kandel S. 236 ff, S. 700). Der NMDA-Glutamatrezeptor (s. Glossar) ermöglicht die Langzeitpotenzierung. Er stellt sicher, dass nur dann eine synaptische Verstärkung erfolgt, wenn

Prä- und Postsynapse gleichzeitig aktiv sind („*Neurons that fire together, wire together*“). BDNF verstärkt und stabilisiert diese Aktivität auf struktureller Ebene. Dieses komplexe Zusammenspiel wird im Lehrbuch von Squire/Kandel beschrieben (S. 61, 112 ff, 115 ff, 133ff).

BDNF und NMDA sind also komplementäre Bausteine im Prozess des Lernens bzw. seiner Realisierung an der Hebbischen Lernsynapse: NMDA: „Lernen erkennen“ - BDNF: „Gelerntes festigen“. Es sind hochfrequente elektrische Impulse (Aktionspotentiale), die die LTP auslösen. Am Eingang des Hippocampus und des Kortex existiert die höchste NMDA-Dichte, dort finden daher die meisten Langzeitpotenzierungen (LTP) statt. Es gibt also nicht einen Sitz des Gedächtnisses. Squire und Kandel schreiben: „*Hebbs Vorstellung von einer verteilten Informationsspeicherung zeugte von Weitblick ... Es gibt keine einzelne Gedächtnisregion, und an der Repräsentation jedes einzelnen Ereignisses haben viele Gehirnregionen einen Anteil ... Nach moderner Anschauung ist das Gedächtnis weit über das ganze Gehirn verstreut, doch verschiedene Areale speichern verschiedene Aspekte des Ganzen*“ (S. 10, 71).

4.5 Mobilfunkstrahlung führt zu synaptischen Dysfunktionen

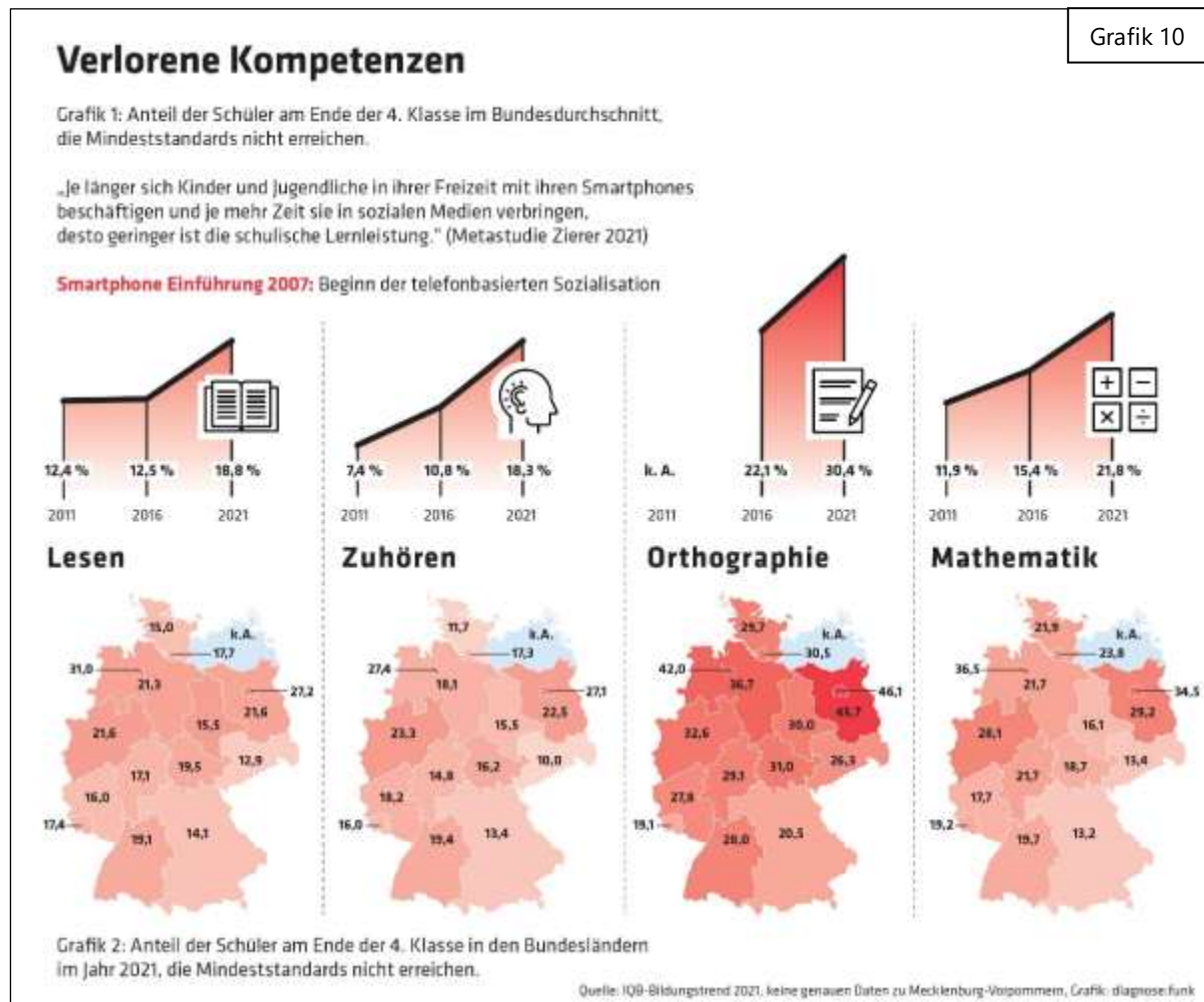
Die Gretchenfrage ist: Beeinflusst die Mobilfunkstrahlung diesen hoch komplexen Ablauf im Denkapparat? Die Ergebnisse vieler Studien sind eindeutig. Die Strahlung von Smartphones, Tablets u. a. hemmt die Expression von Glutamatrezeptoren und BDNF (siehe Kapitel 4.3). Übersetzt kann man sagen: Die Strahlung hemmt Schlüsselfunktionen im Lernprozess. Hauptergebnisse der Studien von Kim et al. sind also: Wichtige Vorgänge im Gehirn werden durch die Bestrahlung mit HF-EMF in ihrer Homöostase gestört, d. h. aus dem Gleichgewicht gebracht.

Die Strahlung führt zu folgenden Dysfunktionen in der Nervenzelle:

1. **Verminderte Glutamatrezeptorexpression:** Das Expressionsniveau der NMDA/AMDA-Glutamatrezeptoren, die für synaptische Plastizität und Lernen entscheidend sind, war reduziert.
2. **Reduzierte BDNF-Expression:** Der Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF) als Faktor für das Überleben, Wachstum und die Plastizität von Neuronen und damit für Lernen und Gedächtnis zeigte eine signifikante Abnahme im Zellkörper (Soma) hippocampaler Neuronen.
3. **Beeinträchtigte Synapsenreifung:** HF-EMF-Exposition führte zu einer Abnahme der Dichte von postsynaptischen Proteinen, die für die Reifung von Synapsen essenziell sind. Auch die Neuritenauswüchse und die Verzweigung der Neuronen waren beeinträchtigt.
4. **Verringerung der dendritischen Dornenanzahl:** Mäuse, die 1850 MHz Mobilfunkstrahlung ausgesetzt waren, zeigten eine signifikante Verringerung der Anzahl von dendritischen Dornen im präfrontalen Kortex. Insbesondere die „pilzförmigen“ Dörnchen, die für starke synaptische Signale bekannt sind, waren reduziert.
5. **Beeinträchtigung des Neuritenwachstums:** Die Länge der Neuriten und die Anzahl ihrer Verzweigungen nahmen signifikant ab.

Für das Denken und Lernen hat dies folgende kurz- und langfristigen Risiken:

1. Beeinträchtigung der Lern- und Gedächtnisleistung.
2. Das verlangsamte Wachstum und weniger Verbindungen bedeutet: Informationen werden langsamer und ungenau gespeichert.
3. Die Schwächung der „Kommunikationsleitungen“ im Gehirn, also eine Desynchronisation der Hirnaktivität, bedeutet eine Schwächung des figuralen Gedächtnisses.



Fazit: Hochfrequente elektromagnetische Felder verändern nachweislich zentrale Stoffwechselprozesse im Gehirn – zum Negativen. Besonders alarmierend ist die daraus resultierende **Desynchronisation des gesamten Gehirns** – zentrale Abläufe geraten aus dem Takt und das neuronale Zusammenspiel wird massiv gestört. Dies erklärt die negativen Auswirkungen der Strahlung auf das figurale Gedächtnis in der Studie von Foerster (siehe 4.1). Es liegt auf der Hand, dass dies mit Einwirkungen auf die Orts- und Zeitzellen im Hippocampus zusammenhängt. Die Neurobiologin Dr. Keren Grafen interpretiert die Studienergebnisse im Interview mit unserer Zeitschrift Kompakt (1/2025):

- „Die Exposition hochfrequenter elektromagnetischer Felder wirkt sich negativ auf die Axone und Dendriten der Nervenzellen im Hippocampus aus. Die Äste der

*neuronalen Bäume verkümmern, ihre Anzahl nimmt ab, und das Netzwerk verliert an Stabilität ... **Das anatomische Korrelat für jegliches Lernen wird beeinträchtigt.***

Das ist eine brisante Erkenntnis. Und sie könnte viele pathologische Symptome, die Haidt in seinem Buch darstellt (siehe Grafik 1), und den Leistungsabfall, der im IQB-Bildungstrend dokumentiert wird (Grafik 10), erklären. Prof. Gertraud Teuchert-Noodt nannte die Einwirkungen digitaler Medien deshalb eine *Cyberattacke auf das Gehirn*.

5 Weitere Studien zu HF-EMF und Gehirn

Diese Ergebnisse von Kim et al. sind nicht anekdotisch, sondern werden durch weitere Studien bestätigt. Die Studie „Kombinierte Exposition bei 2,8 GHz- und 9,3 GHz-Mikrowellen verursacht Lern- und Gedächtnisstörungen bei Ratten“ von Sun et al. (2025) untersucht die Auswirkungen kombinierter Mikrowellenexposition auf das Gehirn von Ratten. Die kombinierte Exposition gegenüber 2,8 GHz und 9,3 GHz Mikrowellen führte zu einer signifikanten Verschlechterung der Lern- und Gedächtnisleistungen – stärker als bei Einzel-Expositionen. Es traten abnormal erhöhte Theta- und Delta-Wellen auf, was auf neuronale Dysfunktion hindeutet. Es kam zu Mitochondrienschäden, die mit kognitiven Defiziten assoziiert sind. Die Studie identifiziert BDNF als potenziellen Biomarker für durch Mikrowellen verursachte neuronale Schäden.

Den direkten Bezug zum Menschen stellte die Arbeitsgruppe Iranfar et al. (2025) her. Mittels Magnetoenzephalographie (MEG) wurden Personen untersucht, die ein GSM-Mobiltelefon am linken Ohr hielten. Die Messungen zeigten deutliche Störungen der funktionellen Konnektivität auf der gegenüberliegenden, rechten Hirnhemisphäre. Der koordinierte Datenaustausch im Schläfenlappen wurde akut blockiert – betroffen waren exakt die Netzwerke, die für das Gedächtnis, Emotionen und das Hörzentrum zuständig sind.

Solche Auswirkungen werden inzwischen für alle genutzten Frequenzen nachgewiesen. Im Folgenden liegt der Fokus auf den Ergebnissen zu WLAN, da diese Technologie in Schulen am häufigsten genutzt wird (siehe dazu den ÜBERBLICK Nr. 6 zu WLAN). WLAN-Studien weisen direkte Einwirkungen auf die Gehirnregion des Hippocampus und dort auch auf die Neuronen nach. Die Folge sind Stressreaktionen (Yang et. al (2012)), Beeinträchtigungen des räumlichen Lernens und Gedächtnisses (Lai und Singh (2014), Wang/Lai (2000), Chaturvedi et al. (2011)), kognitive Verhaltensstörungen, einhergehend mit dem Verlust mitochondrialer Funktionen (Gupta et al. (2018)).

Die Studie von Karimi et al. (2018) hat den selbsterklärenden Titel: „2,45 GHz Mikrowellenstrahlung verschlechtert Lernen, Gedächtnis und die synaptische Plastizität im Hippocampus von Ratten“. Die Arbeitsgruppe konnte durch Verhaltensversuche zeigen, dass 2,45 GHz Mikrowellenstrahlung eines WLAN-Geräts das räumliche Erinnerungsvermögen sowie das Lernverhalten von Ratten verschlechtert. Außerdem werde die Langzeitplastizität der Neuronen negativ beeinflusst.

Die Ergebnisse der Studie von Zhu et al. (2021) weisen darauf hin, dass eine einmalige, kurzzeitige Hochfrequenzbefeldung signifikante Veränderungen der Lern- und Gedächtnisfähigkeiten sowie der Struktur und des Energiestoffwechsels des Hippocampus hervorrufen konnte. Die beobachteten EEG-Veränderungen deuten nach Einschätzung der Autoren auf eine Unterdrückung der elektrischen Gehirnaktivität hin.

In die gleiche Richtung geht die Studie von Bamdad et al. (2019). Sie führten drei psychologische Tests bei Schülerinnen zur Wirkung von WLAN auf das Kurzzeitgedächtnis, auf die selektive Aufmerksamkeit (Fokussierung auf eine Sache) und auf die geteilte Aufmerksamkeit (Multitasking) durch. Die WLAN-Gruppe zeigte signifikant schlechtere Gedächtnisleistungen. Als eine Ursache nehmen die Autoren die Überproduktion von freien Radikalen (ROS) an, wie auch die Ergebnisse der Gehirnstudien von Yang (2012), Bamdad (2019) und Zhu (2021) zeigen. Dieser Wirkmechanismus, oxidativer Zellstress, eine Störung des Redox-Gleichgewichts, ist eine der Ursachen entzündlicher Erkrankungen (Warnke 2013, Naziroglu 2014, Yakymenko 2015, Schürmann 2021).

Ein vertiefendes Gesamtbild liefert die aktuelle systematische Übersichtsarbeit von Laván et al. (2025). Die Forscher werteten 49 Studien aus und kartierten die genetischen Wechselwirkungen. Auch wenn die Autoren betonen, dass es keinen direkten Beweis für WLAN als Auslöser von Alzheimer gibt, ist der indirekte Zusammenhang über oxidativen Stress alarmierend: Die 2,4-GHz-WLAN-Exposition verändert nachweislich die Expression von Genen, die für die DNA-Reparatur und die Mitochondrienfunktion zuständig sind. Dadurch wird die genomische Stabilität der Gehirnzellen angegriffen – strahleninduzierte Zellschäden, die sich auf molekularer Ebene direkt mit bekannten Risikogenen der Alzheimer-Erkrankung kreuzen.

Im Anhang dokumentieren wir eine Auflistung von 64 Studien, die in der Fachzeitschrift *ElektrosmogReport* rezensiert wurden und Auswirkungen auf den Gehirnstoffwechsel nachweisen, v.a. für die Frequenzen GSM, UMTS, LTE und WLAN, einige wenige zu 5G. Zur neuesten 5G-Technologie erschien im Mai 2025 der Review „Elektromagnetische Felder im Frequenzbereich 5.8–200 GHz–Biologische Effekte und Konsequenzen für die Gesundheit“ von den Wissenschaftlern Mevissen, Fröhlich und Schürmann (Universitäten Basel und Bern), erarbeitet im Auftrag des Schweizer Bundesamtes für Umwelt (BAFU). Dort werden die Schädigungspotentiale für das Gehirn bestätigt, hier zwei Auszüge:

„Insgesamt untersuchten sieben der acht in vivo-Studien Wirkungen im Zusammenhang mit Neurodegeneration oder neurologischen Wirkungen einschliesslich des Verhaltens in Bezug auf Lernen und Gedächtnis (de Seze et al. 2020; Liu et al. 2022; Qi et al. 2022; Romanenko et al. 2019; Rui et al. 2022; Wang et al. 2023a; Wang et al. 2023b). Sechs Studien im Frequenzbereich von 5.8–29 GHz untersuchten die Gedächtnisleistung, in einigen davon ebenfalls strukturelle Veränderungen im Gehirn oder bestimmten Hirnstrukturen. Die meisten Studien wurden im Frequenzbereich von 5.8–9.4 GHz durchgeführt, wobei die Ergebnisse nicht einheitlich waren. Die Effekte waren teilweise abhängig von der Frequenz, wobei bei einer niedrigeren Frequenz (1.5 GHz) Defizite im Verhalten und morphologische Veränderungen der Struktur gesehen wurden, die bei einer Frequenz von 9.4 GHz nicht beobachtet wurden (Wang et al. 2023a). Eine Studie derselben Autoren, ebenfalls mit jungen Ratten durchgeführt, zeigte Verhaltensdefizite sowie strukturelle Veränderungen der Hirnregion

Hippocampus und unterschiedliche Level von Proteinen, die bei der synaptischen Signalübertragung eine Rolle spielen, nach chronischer Exposition für sechs Minuten pro Tag, fünf Tage/Woche für insgesamt sechs Wochen (Wang et al. 2023a).“ (S.11)

„Studien zu neuronalen Effekten einer HF-EMF-Exposition bei Frequenzen im Bereich 5.9-10 GHz ergaben bei jungen Labornagern Beeinträchtigungen des Gedächtnisses und der morphologischen Struktur in Gehirnregionen (Liu et al. 2022; Wang et al. 2023a; Wang et al. 2023b). In anderen Studien (Rui et al. 2022) wurden im Vergleich zu scheinexponierten Tieren keine Effekte gefunden. Im Bereich der MMW (Millimeterwellen) gibt es keine vergleichbaren Studien, aber bei HF-EMF im Sub-MMW-Bereich wurden ebenfalls Defizite im Lernverhalten gefunden (Bodera et al. 2017; Kerimoglu et al. 2016; Ragy 2015; Shahin et al. 2018; Sharma and Shukla 2020; Tan et al. 2017; Tang et al. 2015). Mehrere Studien im Bereich der MMW geben Hinweise auf eine erhöhte Bildung von ROS, die mit einer Beeinträchtigung der kognitiven Fähigkeiten einhergehen. Ähnliche Befunde wurden im Frequenzbereich 900 MHz und 2.5 GHz beschrieben, die ebenfalls mit morphologischen Veränderungen im Gehirn in Verbindung standen (Bodera et al. 2017; Kerimoglu et al. 2016; Ragy 2015; Schuermann and Mevissen 2021).“ (S.31)

„Zusammenfassend lässt sich sagen, dass einige der in vivo-Studien Hinweise auf strukturelle Veränderungen im Gehirn und Defizite beim Lernen und Gedächtnis sowie bei der synaptischen Plastizität liefern.“ (S.32)

Alle diese Studien bekräftigen die Schlussfolgerung der Neurobiologin Dr. Keren Grafen: *„Das anatomische Korrelat für jegliches Lernen wird beeinträchtigt.“* Es wird vermutlich Versuche v. a. von Industrie und Behörden geben, diese Ergebnisse in ihrer Relevanz zu bestreiten, denn sie stellen v. a. das Milliardengeschäft Digitalisierung der Bildung in Frage (ÜBERBLICK Nr. 7, Krautz 2014, Münch 2018). Doch alle diese Studien sind peer-reviewed veröffentlicht und damit anerkannter Bestandteil wissenschaftlicher Erkenntnis.

Das bekräftigt auch der Technikfolgenbericht des Deutschen Bundestages (TAB) von 2023, der einstimmig beschlossen wurde. Er listet einige der Studien auf, die hier angeführt wurden, und schreibt über die Studienlage zu Kindern: *„In insgesamt 17 Studien fanden sich Hinweise auf verschiedene Wirkungen. In den epidemiologischen Studien wurden am häufigsten Auffälligkeiten im Verhalten beschrieben, insbesondere bei Kindern, die selbst telefonierten oder die während der Schwangerschaft in utero exponiert waren. Darüber hinaus gaben Kinder und Jugendliche gesundheitliche Beschwerden (Kopfschmerzen, Müdigkeit etc.) an, wenn sie mit dem Handy telefonierten. Ebenso wurden Wirkungen auf die Kognition bei Jugendlichen gefunden. In den experimentellen Studien gab es einzelne Hinweise auf Veränderungen der Hirnaktivität, des Hautwiderstands und eine Beeinträchtigung der kognitiven Leistungsfähigkeit“* (TA-Bericht, S. 14, 148).

5.1 Unterentwickelte Raum-Zeit-Verrechnung

Die Grafik 11 zeigt ein Ergebnis der beschriebenen Stoffwechselstörungen im Gehirn, u. a. in den hippocampalen Funktionen. Die Neurobiologin Prof. Teuchert-Noodt und die Psychologin Angelika Supper (Supper 2021) wollten herausfinden, wie sich die Smartphone-nutzung auf das Stirnhirn und die Fähigkeiten zur Raum-Zeit-Verrechnung auswirkt. Die Aufgabe: In vorgegebene Kästchen sollen die Kinder das Wort „Schneeballschlacht“ schreiben. Kinder, die kein Smartphone nutzten, lösten die Aufgabe, Kinder, die viel mit dem Smartphone spielten, nicht. Ergebnis: Bei Kindern mit starker Smartphonennutzung ist die Fähigkeit der Raum-Zeit-Verrechnung unterentwickelt. Das deckt sich mit dem Ergebnis von Foerster et al. zum Einfluss der Strahlung auf das figurale Gedächtnis (siehe 4.1).



Figure. 1a. In this handwriting sample, both students try to fit the word “Schneeballschlacht” [snowball fight] into the assigned rectangle.

Grafik 11

Eine weitere wesentliche Ursache ist der Bewegungsmangel: Sitzt das Kind stundenlang vor dem Bildschirm, ist es ein Stubenhocker, fehlt die räumliche Bewegung. So fehlt dem Gehirn der Baustoff für den Weiterbau des Denkapparates – die Bautätigkeit erlahmt. Das bestätigt die Neurobiologin Manuela Macedonia in ihrem Buch „Beweg Dich! Und Dein Gehirn sagt danke“ (2024). Sie schreibt: „Bewegung führt zur Ausschüttung einer Star-Substanz, des Nervenwachstumsfaktors“ (S. 122), also BDNF, und weiter: „Eine der großen Motivationen, mich zu bewegen, ist die Sorge, nicht genug BDNF zu produzieren“ (S. 129). Also: Neben der Dauereinwirkung der elektromagnetischen Felder auf den Gehirnstoffwechsel, die zur Verminderung von BDNF führt, ist der Bewegungsmangel ein weiteres Risiko. Man kann von einer wechselseitigen Verstärkung ausgehen.

5.2 Der ganze Mensch denkt

Diese Auswirkungen der Virtualisierung, die zu einer entkörperlichten Lebenswelt der Kinder führt, reflektiert der Mediziner und Psychiater Prof. Thomas Fuchs, Inhaber des Jaspers-Lehrstuhls in Heidelberg:

„Gemeinsames Merkmal der medialen und virtuellen Welten ist eine Abkoppelung von der unmittelbar leiblichen Erfahrung, eine `Entkörperung´ (disembodiment)“ (Fuchs, S.132). Zu dem Konzept, Kinder bereits in Kitas mit Tablets zu IT-affinen Experten heranzuziehen, schreibt er: „Bereits im Kindergarten werden Kinder im Zuge einer naturwissenschaftlich orientierten Pädagogik mit Experimenten, Messungen und Sinnestäuschungen konfrontiert, um ihren intuitiven Umgang mit der Welt in einen experimentellen oder konstruktivistischen Zugang zu überführen ... Nach dieser neurokonstruktivistischen Konzeption ist die reale Welt in dramatischer Weise verschieden von der, die wir erleben. Was wir wahrnehmen, sind nicht die Dinge selbst, sondern nur Bilder oder Repräsentationen, die sie im Gehirn hervorrufen“ (S.146/147). Fuchs schreibt weiter: „Nur der empfindende und zugleich bewegliche Organismus formt den erlebten Raum, nämlich aus den kohärent miteinander verknüpften Mustern von Motorik und Sensorik einschließlich des Gleichgewichtssinns. Bereits etwas so Grundlegendes wie den Raum erfahren wir also nur als verkörperte und agierende Wesen ... In der Ontogenese schließt diese Interaktion die Ausformung der Gehirnstrukturen ein, die erforderlich sind, um die Umwelt adäquat wahrzunehmen ... Wahrnehmung bedeutet sensomotorische Interaktion mit der Umwelt“ (S.153/154). Die Embodiment-Theorie von Prof. Fuchs beschreibt das komplexe Netzwerk von Körper und Geist.



Was auf dem Bildschirm erscheint, ist nicht die Sache selbst, sondern ein Surrogat der Realität. **Das frühe Auseinanderfallen von Bewegung und Wahrnehmung stellt sich als eine der gravierenden Auswirkungen der Digitalisierung heraus.** Jonathan Haidt bringt es auf den Punkt: „Es ist, als gäben wir unseren Kleinkindern Tablets mit Filmen übers Laufen,

doch diese Filme sind so fesselnd, dass sich die Kids nie die Zeit nehmen oder die Mühe machen, tatsächlich Laufen zu lernen“ (S.73). Das am Tablet wischende, vereinsamende und adipöse Kind wird zum modernen Kaspar Hauser.

5.3 Hyperpermeabilität der Blut-Hirn-Schranke

Eine weitere gravierende Auswirkung von EMF auf das Gehirn ist seit ca. 30 Jahren bekannt und wird immer wieder bestätigt. Die Blut-Hirn-Schranke (BHS) schützt unser Gehirn vor dem Eindringen von Giftstoffen. Die Öffnung der Blut-Hirn-Schranke nach Mobilfunk-Befeldung ist durch die Studien von Leif Salford seit ca. dem Jahr 2000 überzeugend nachgewiesen (Salford 2003, Persson 2021). Das Ergebnis: GSM-Mobilfunkstrahlung führt zur Öffnung der Blut-Hirn-Schranke und Giftstoffe gelangen ins Gehirn. Wir haben dazu 2022 die diagnose:funk Dokumentation „Die Öffnung der Blut-Hirn-Schranke durch Mobilfunkstrahlung: Ergebnisse der Salford-Studien“ als Brennpunkt veröffentlicht.

Aggarwal et al. (2013) zeigen, dass niedrige, chronisch einwirkende Feldstärken von 2,45 GHz die Elektrophysiologie der Nervenzellen verändert. Es erfolgt eine Änderung der Synchronisation / Desynchronisation der feuerenden Nervenzellen, die Auswirkungen auf die Blut-Hirn-Schranke und den Stoffwechsel der Neurotransmitter an den Synapsen hat, so die Forscher.

Eine Studie von Kizilçay et al (2024) kommt zu dem Ergebnis, dass die Exposition gegenüber elektromagnetischer Strahlung bei 2100 MHz eine signifikante Veränderung der Durchlässigkeit der BHS bei Neuseeland-Kaninchen verursacht, und zwar bei einer Strahlenbelastung weit unter den Grenzwerten, im nicht-thermischen Bereich.

Zur Plausibilität der Auswirkungen auf die Blut-Hirn-Schranke erschien 2022 der Review der Neurobiologin Dr. Keren Grafen „Albumin als Schlüsselmarker“ in der DHZ – Deutsche Heilpraktiker Zeitschrift bei Thieme (Grafen 2022).

5.4 Unspezifische Symptome

Der epidemische Anstieg von Kopfschmerzen und Schlafstörungen wird jährlich durch Erhebungen der Krankenkassen bestätigt. Mehrere Studien zu WLAN zeigen einen signifikanten Zusammenhang mit Kopfschmerzen und Erschöpfung (Chiu 2015, Cho 2016, Redmayne 2013, Wang 2017). Das bestätigte die Studie von Mortazavi et al. (2011). Die Arbeitsgruppe untersuchte 469 Schüler auf die Folgen der Mobiltelefon-Nutzung. Es gab einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Gesprächsdauer und der Häufigkeit von Kopf- und Muskelschmerzen, Herzklopfen, Müdigkeit, Tinnitus, Schwindel und Schlafproblemen. Auch Probleme mit Aufmerksamkeit, Konzentrationsfähigkeit und Nervosität waren bei den Vielnutzern größer als erwartet.

5.5 Die Auswirkungen der 10 Hz-Pulsung von WLAN

Im menschlichen Gehirn hat die Alpha-Wellen-Komponente des Elektro-Enzephalogramms eine mittlere Frequenz von 10 Hz (Hecht 2017, siehe Grafik 3). In der Untersuchung

von Rütger Wever im berühmten Bunker von Andechs wurde die Wechselbeziehung zwischen circadianer Rhythmik des Menschen und der 10 Hz-Frequenz der elektromagnetischen Felder der Erde (sog. Schumannresonanzen, vgl. Grafik 2) nachgewiesen (Hecht 2018).

WLAN ist mit der 10 Hz-Frequenz gepulst. Welche pathologischen Auswirkungen die WLAN-Einwirkung auf das Gehirn haben kann, zeigen die Untersuchungen von Prof. Dr. Lebrecht von Klitzing (1995, 2022). Er ist Medizininphysiker und leitete von 1975 bis 2002 die klinisch-experimentelle Forschungseinrichtung der Medizinischen Universität zu Lübeck. L. von Klitzing ist ein Pionier der Forschung zu elektromagnetischen Feldern, 23 Arbeiten von ihm sind seit 1986 im EMF-Portal eingestellt. Er entdeckte, dass die 10 Hz-Taktung des WLAN-Signals Auswirkungen auf Körperfunktionen hat. In einem Interview in unserer Zeitschrift kompakt sagte er:

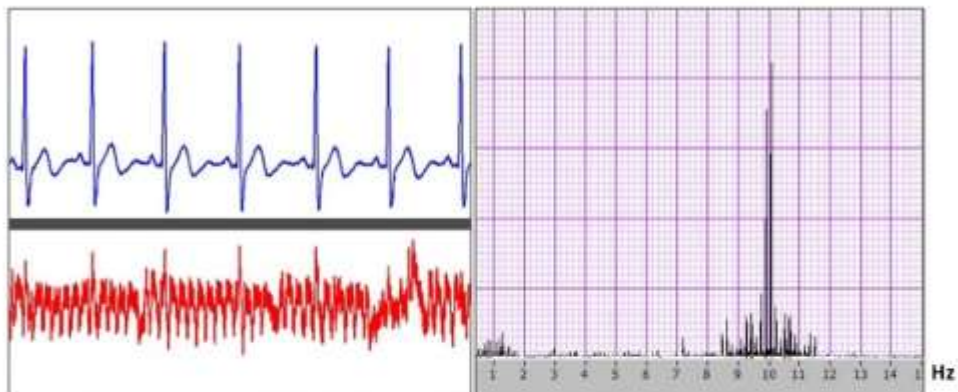
„Nervensignale lassen sich im sogenannten Elektromyogramm (EMG) ableiten, nicht nur direkt an den Nerven, sondern auch in der näheren Peripherie, also an der darüber liegenden Hautoberfläche. Über eine Elektrodenmatrix an der Hautoberfläche lässt sich das EMG nicht-invasiv ableiten. Hier zeigt sich, dass in dieser Ableitung das 10 Hz-WLAN-Signal nach vorangegangener Exposition überwiegend bei den Gruppen nachweisbar war, die sich als elektrosensibel bezeichnen. Hieraus ergibt sich eine besondere Dynamik in der Änderung der Nervensignale... Eine Erkenntnis konnten wir in diesem Zusammenhang gewinnen: Es wurden häufig die kardialen Symptome Vorhofflattern/-flimmern nachgewiesen. Die Frequenznähe zu WLAN ist schon beeindruckend.“ (diagnose-funk.org/1964)

Die grafischen FFT-Messprotokolle (Grafik 12) zeigen die Veränderungen (FFT = Fast Fourier Transformation: ermittelt die in einem Signal auftretenden Frequenzen nach ihrer Stärke).

Ein Medikament würde bei dieser Studienlage sofort vom Markt genommen. Prof. Karl Hecht (2018) schlussfolgert daraus in seinem Artikel „Die Wirkung der 10-Hz-Pulsation der elektromagnetischen Strahlungen von WLAN auf den Menschen“: *„Die 10-Hz-Pulsation der WLAN-EMF-Strahlung vermag bei permanenter Langzeitwirkung ein WLAN-EMF-Stressgedächtnis zu bilden. Das ist eine ungeheuerliche Gefahr für die menschliche Gesundheit, besonders für die Kinder. Die Ausstattung der Schulen mit WLAN-Systemen ist gesetzlich zu verbieten“ (Hecht 2018).*

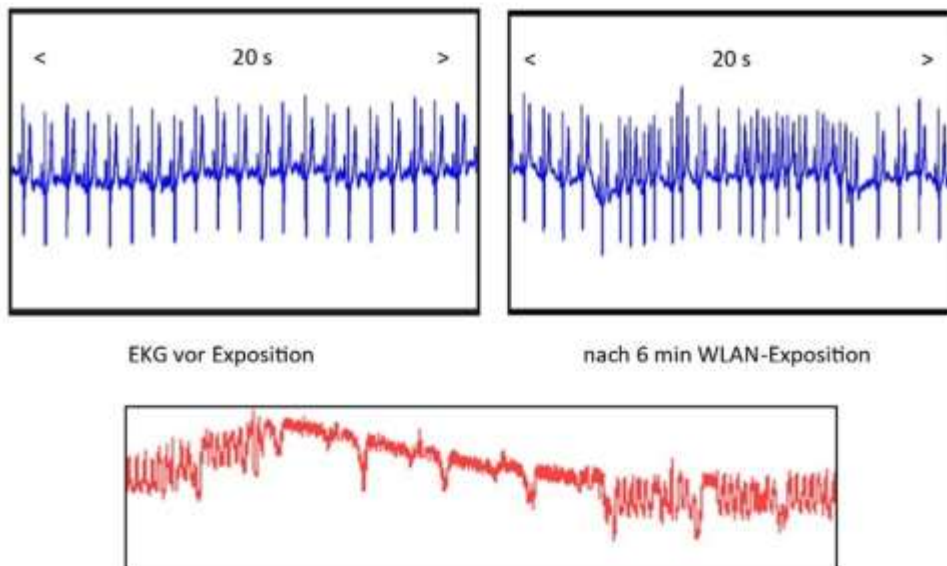
Panagopoulos et al. (2026) bestätigen, dass reale WLAN-, 4G- und 5G-Signale ausgeprägte und stark variierende ELF-Pulskomponenten besitzen, deren gepulste, polarisierte und kohärente Struktur einen zentralen nicht-thermischen Wirkmechanismus über die Ionen-Oszillation an spannungsgesteuerten Ionenkanälen darstellen – was für die Bewertung der biologischen Relevanz realer Kommunikationssignale von hoher Bedeutung ist.

Patientin mit der Eigendiagnose: Kopfschmerzen während / nach Tätigkeit im Großraumbüro

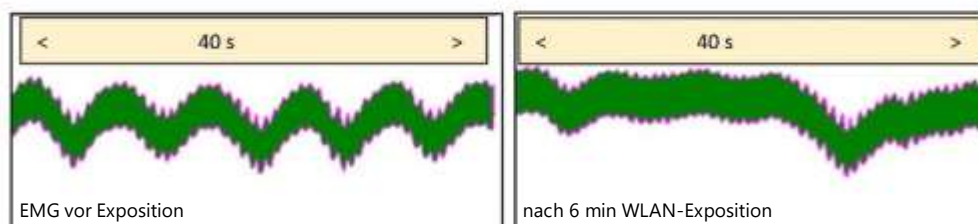


Diese Grafik zeigt im EMG (rot) ein in der FFT (schwarz) eindeutiges 10 Hz-Signal **nach** vorangegangener WLAN-Exposition. Die Zeitdifferenz zwischen letzter Exposition und Messung war hier ca. 30 h ! Das wichtige Ergebnis: das artifizielle Signal wird lange „gespeichert“.

Patientin mit der Eigendiagnose: Atemnot während und nach der Arbeit am Computer



Zusätzlich zeigte diese Patientin spontane Änderungen im EMG nach der Exposition und ...



... eine gestörte (= inaktive) Mikrozirkulation

5.6 Studien zum besonderen Risiko bei Epilepsie durch Strahlung

Die Hauptstörung bei Epilepsie ist eine abnorme elektrische Überaktivität von Nervenzellen (Neuronen) im Gehirn. Diese führt zu plötzlichen und unkontrollierten Entladungen von Nervenzellen, was sich in epileptischen Anfällen äußert. Ein Anfall kann ausgelöst werden durch eine Übererregbarkeit der Neuronen, z. B. aufgrund eines gestörten Gleichgewichts von erregenden (z. B. Glutamat) und hemmenden (z. B. GABA) Neurotransmittern.

Uns sind zehn im EMF-Portal aufgenommene Studien bekannt, die u. a. nachweisen, dass von Mobilfunkstrahlung ausgelöste nicht-thermische Stoffwechselstörungen einen epileptischen Anfall erregen können (Carballo-Quintas et al. 2012). Esmekaya et al. (2018) schlussfolgern aus ihrer Studie, dass *„eine Exposition von Mäusen mit einem 900 MHz elektromagnetischen Feld den oxidativen Stress im Gehirn während eines epileptischen Anfalls erhöhen könnte.“* Zu demselben Ergebnis kamen Kouchaki et al. (2016). Über das Ergebnis von Maby et al. (2006) schreibt das EMF-Portal: *„Die GSM-Exposition führte zu einem Anstieg des EEG-Signals in allen Frequenzbändern und ohne einen lokalen Unterschied. Diese Ergebnisse legen nahe, dass GSM-Mobiltelefone eine biologische Wirkung auf EEG-Signale haben könnten.“*

Zum Studienergebnis von Lopez-Martin (2009) wird zusammengefasst: *„Im Vergleich zur einer Befeldung mit unmodulierten Signalen erhöhte eine 900 MHz GSM-Befeldung die neuronale Erregbarkeit in mit Picrotoxin behandelten Ratten, was durch Änderungen im Verhalten (Anfälle), EEG und in der neuronalen c-Fos-Expression in Erscheinung trat.“*

Und Vecchio et al. (2012) zeigten, dass *„im Vergleich zu der Kontrollgruppe die epileptischen Patienten eine statistisch signifikant höhere inter-hemisphärische Kohärenz der temporalen und frontalen Alphawellen-Rhythmen (ungefähr 8-12 Hz) bei einer GSM-Mobiltelefon-Exposition im Vergleich zur Schein-Exposition“ hatten.*

Den Nachweis dieser Wirkungen der Strahlung bestätigte ein Bericht an die Schweizer Regierung, in dem es heißt: *„Aus der Forschung liegen unterschiedlich gut abgesicherte Beobachtungen vor, wonach es noch andere biologische Effekte gibt, die nicht auf eine Erwärmung zurückgeführt werden können. Nach wissenschaftlichen Kriterien ausreichend nachgewiesen ist eine Beeinflussung der Hirnströme.“ (Schweizer Bundesrat 2025)*

Im Anhang listen wir die Epilepsie-Studien auf, die im EMF-Portal besprochen wurden.

6 Der Suchtmechanismus

Zu den bisher ausgeführten Auswirkungen der Strahlung auf das Gehirn kommt noch die Suchtauslösung durch die sich endlos aufdrängenden Reizangebote hinzu, die die Nutzer verleiten, ihnen nachzugeben. In Deutschland zeigen laut der aktuellen DAK-Studie 2025 etwa 25 % der 10- bis 17-Jährigen ein riskantes oder krankhaftes Nutzungsverhalten im Umgang mit Smartphones und sozialen Medien. Das entspricht rund 1,4 Millionen Kindern und Jugendlichen. Etwa 4,7 % dieser Altersgruppe gelten als süchtig nach sozialen Medien, was hochgerechnet etwa 260.000 Jugendlichen entspricht. Das ist eine menschengemachte Epidemie. Smartphones und Apps sind auf Sucht programmiert. Die noch nicht ausgereifte

Impulskontrolle bei den Kindern und Jugendlichen hält der Flut an Reizangeboten nicht stand. Es ist eine permanente Beschleunigung von Raum und Zeit: Das Konsumieren ständig neuer Reize, die das kindliche Gehirn nicht mehr adäquat verarbeiten kann, lässt keinen Platz für langsames Denken und gründliche Informationsverarbeitung, eine für die Gedächtnisspeicherung notwendige Konsolidierungsphase. Das Fatale: Dieses pausenlose Reizbombardement lässt Glücksgefühle entstehen – das Gehirn verlangt nach immer mehr, die Impulskontrolle kann sich nicht entwickeln oder wird außer Kraft gesetzt. Der dahinterliegende Mechanismus wurde am Institut von Prof. G. Teuchert-Noodt entschlüsselt: **Durch die Reizüberflutung wird die Versorgung des Belohnungssystems mit Dopamin beschleunigt, bei gleichzeitiger Unterversorgung des Stirnhirns mit Dopamin.** Die dynamische Phase der Hirnreifung, insbesondere des Stirnhirns, wird dadurch blockiert: *„Im Gehirn behindert die digitale Beschleunigung die neuronale Sequenzbildung und die neurochemische Kommunikation zwischen den Zellgruppen, die der Übertragung von Erregungsmustern auf entfernt gelegene Nervennetze dienen. Das erzeugt kognitive Impotenz“* (Teuchert-Noodt 2017).

7 Lösungen für eine strahlenminimierte Umgebung

Die Studienlage zu den pathologischen Wirkungen nicht-ionisierender Strahlung auf das Gehirn wurde umfassend dargestellt – sowohl für alle Frequenzbereiche als auch speziell im Zusammenhang mit WLAN (siehe dazu unseren ÜBERBLICK Nr. 6 zu WLAN). Die Strahlung wirkt sich toxisch in vielfältiger Weise auf den Organismus aus. Bei solchen Hinweisen und bereits bei einer widersprüchlichen Studienlage gilt das Vorsorgeprinzip. Bei den Erkenntnissen, die wir zu den Auswirkungen der nicht-ionisierenden Strahlung, insbesondere zu WLAN, haben, müsste die Gefahrenabwehr gelten.

Die Alternativen sind da. Kabelverbindungen müssen überall wo möglich verpflichtend sein, die Alternative zu WLAN, die Lichttechnologie LiFi (Light Fidelity), ist inzwischen serienreif. Die STOA-Studie für den Technikfolgenausschusses des EU-Parlamentes formuliert folgende politische Optionen:

- Strahlungsarme, sicherere Endgeräte entwickeln
- Grenzwerte senken, Vorsorgewerte einführen
- Alternative Versorgungskonzepte (Glasfaserausbau, LiFi) anwenden
- Funkfreie Zonen in öffentlichen Bereichen einrichten
- Aufklärung über die potenziellen Gesundheitsrisiken, über Alternativen und Sicherheitsmaßnahmen

8 Folgerungen

Es muss Schluss sein mit der Verdrängung der Studienergebnisse und der schulischen Realität der zunehmenden Defizite bei den Schülerinnen und Schülern durch die Behörden.

Während in vielen Ländern die Digitalisierung von Erziehungseinrichtungen rückgängig gemacht wird, plant die neue deutsche Bundesregierung im Koalitionsvertrag die „digital-only“-Gesellschaft, u.a. einen Digitalpakt Schule 2.0 bis hin zum digitalisierten, autonomen Lernen. Die Schädigungen von Kindern, die in der Leitlinie Bildschirmmedien dokumentiert sind, werden noch weiter zunehmen. Die KKH-Studie (Kaufmännische Krankenkasse Hannover) von 2025 ergab, dass von 2008 bis 2023 Sprachstörungen bei Kindern und Jugendlichen im Alter zwischen 6 und 18 Jahren um 77% gestiegen sind. 9% der jungen Menschen weisen ein behandlungswürdiges Sprachdefizit auf, bei den 6-10-Jährigen sind es 17 %. Auch motorische Störungen sind um 37% angestiegen. Die KKH weist ausdrücklich auf die Korrelationen mit der Nutzung von Smartphones hin. Den geistigen Leistungsabfall dokumentieren die PISA- und Lesestudien. Diese Risiken und den Anteil der Strahlenbelastung dabei anzuerkennen, ist die Voraussetzung, um sie zu vermeiden. HF-EMF schädigen die Gesundheit, von der Hemmung der Gehirnentwicklung über die Fertilität bis hin zu Krebs. Deswegen braucht es eine Schutzpolitik und die Aufklärung der Nutzer. Tragen Sie dazu bei, insbesondere, wenn Sie im Erziehungs- und Gesundheitswesen arbeiten.

Vertiefende Artikel

Fachartikel auf der Homepage diagnose-funk.org

Keren Grafen (2026): Auswirkungen einer digitalisierten Kindheit auf die kognitive und emotionale Reifung des Gehirns, erschienen in 5 Sprachen, diagnose-funk.org/aktuelles/2323

Keren Grafen (Interview, 2025): Es ist höchste Zeit, dass die negativen Auswirkungen von Hochfrequenz-EMF auf die Gehirnentwicklung von Kindern und Jugendlichen ernst genommen werden! erschienen in 8 Sprachen, diagnose-funk.org/2186

Peter Hensinger(2025): Wirkungen elektromagnetischer Felder des Mobilfunks auf den Gehirnstoffwechsel, erschienen in 5 Sprachen, diagnose-funk.org/aktuelles/2323

Peter Hensinger (2023): Paradigmenwechsel ante portas: „Leitlinie zur Prävention dysregulierten Bildschirmmediengebrauchs in Kindheit und Jugend“ erschienen – Eine Einordnung, Download unter diagnose-funk.org/2033

Peter Hensinger/ Bernd I. Budzinski: Warum Elektrohypersensibilität (EHS) eine biologisch erwartbare Reaktion auf eine schädliche Strahlung ist, diagnose-funk.org/2098

Manfred Spitzer (2022): Digitalisierung in Kindergarten und Grundschule schadet der Entwicklung, Gesundheit und Bildung von Kindern (Review), Download unter diagnose-funk.org/2153

Teuchert-Noodt G, Hensinger P (2025): No way out of the smartphone epidemic without taking into account the findings of brain research, diagnose-funk.org/2205, Deutsche Übersetzung und Download: diagnose-funk.org/2159

Bündnis für humane Bildung (2025): 75 Experten: Digitale Bildungspolitik beenden, Smartphone-freie Schulen! Appell an die neue Bundesregierung: „Humane und emanzipierende Bildungspolitik vs. digitale Transformation“, diagnose-funk.org/2191

Ralf Lankau / Peter Hensinger (2026): KI in der Schule: „Doof gebor’n wird keiner, doof wird man gemacht ...“, Künstliche Intelligenz, Avatare, (Chat)Bots und Digitalpakte: Das ABC der Dehumanisierung von Schule und Unterricht, diagnose-funk.org/2376

diagnose:funk Artikelserie zur digitalen Bildung, diagnose-funk.org/1926

Glossar

AMPA: synthetischer Agonist, der AMPA-Glutamatrezeptoren aktiviert und damit die schnelle postsynaptische Signalübertragung im Gehirn auslöst.

BDNF: Brain-Derived Neurotrophic Factor, Wachstumsfaktor - Ein Protein, das zur Familie der Nervenwachstumsfaktoren (Neurotrophine) gehört. Er ist vor allem im Zentralnervensystem vorhanden, fördert das Wachstum neuer Synapsen und ist essenziell für die Neurogenese im Hippocampus.

Dendrit: Verzweigter Ausläufer einer Nervenzelle (Neurons), der elektrische Impulse von anderen Zellen aufnimmt und zum Zellkörper hinleitet.

Hebbsche Lernsynapse: Die Hebbsche Lernsynapse ist ein neurophysiologisches Prinzip, bei dem die synaptische Verbindung zwischen zwei Neuronen durch wiederholte gleichzeitige Aktivierung verstärkt wird („*Neurons that fire together, wire together*“), was als Grundlage für synaptische Plastizität und Lernen gilt.

Glutamat: Glutamat ist der wichtigste exzitatorische (erregende) Neurotransmitter im Gehirn. Über NMDA- und AMPA-Rezeptoren vermittelt er synaptische Plastizität, die biologische Grundlage von Lernen und Gedächtnis.

Hippocampus: Teil des Gehirns, der vor allem für das Gedächtnis wichtig ist.

Ionisierende Strahlung: Strahlung mit einer Wellenlänge von weniger als 200 nm, die beim Durchgang durch Materie Ionisation verursacht, d.h. ein Elektron von einem Atom oder Molekül entfernen kann und so ein Ion und ein freies Elektron produziert (z.B. Alpha-Teilchen, Röntgen- und Gamma-Strahlung).

Neurit / Axon : Der Fortsatz einer Nervenzelle, der die Signale weiterleitet.

Neurogenese: Die Bildung von Nervenzellen durch Differenzierung und Teilung von Stammzellen.

Nicht-ionisierende Strahlung: NIS umfasst alle Strahlen und Felder des elektromagnetischen Spektrums, die nicht genügend Energie besitzen, um eine Ionisation zu verursachen, z.B. Radiowellen, Mikrowellen, Infrarot-Strahlen und sichtbares Licht.

NMDA-Glutamatrezeptor: Ein ionotroper Glutamatrezeptor, der im Gegensatz zum AMPA-Rezeptor stark spannungsabhängig ist. Er ist der Schlüsselrezeptor für neuronale Plastizität, synaptische Verstärkung (Langzeitpotenzierung) und zelluläre Lernvorgänge im Gehirn.

Synapse: Mikroskopisch kleine Übertragungsstelle für ein Signal von einer Nervenzelle auf eine andere Zielzelle (andere Nervenzelle, Muskel- oder Drüsenzelle).

Literatur

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, <https://www.emf-portal.org/de/article/55427>

Bodera P (2017): The effect of 1800MHz radio-frequency radiation on NMDA receptor subunit NR1 expression and peroxidation in the rat brain in healthy and inflammatory states. Biomed Pharmacother 2017;92:802-809, [emf-portal.org/en/article/32122](https://www.emf-portal.org/en/article/32122)

Bodin R (2025): Altered development in rodent brain cells after 900 MHz radiofrequency exposure. Neurotoxicology. 2025;111(August), <https://www.emf-portal.org/de/article/60768>

Bündnis für humane Bildung (2025): 75 Experten: Digitale Bildungspolitik beenden, Smartphone-freie Schulen! Appell an die neue Bundesregierung: „Humane und emanzipierende Bildungspolitik vs. digitale Transformation“, [diagnose-funk.org/2191](https://www.diagnose-funk.org/2191)

Cui Z (2026): Involvement of the Primary Auditory Cortex-Basolateral Amygdala Circuit in Altered Conditioned Fear Memory Retrieval Following Electromagnetic Field Exposure in Mice. J Integr Neurosci [Internet]. 2026 Apr 17;25(4), <https://www.emf-portal.org/de/article/63180>

Davis et al. (2023): Wireless technologies, non-ionizing electromagnetic fields and children: Identifying and reducing health risks. Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care 2023; 53 (2): 101374. pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36935315/, in Deutsch: [diagnose-funk.org/2004](https://www.diagnose-funk.org/2004)

de Seze R et al. (2020): Repeated exposure to nanosecond high power pulsed microwaves increases cancer incidence in rat. PLoS One 2020;15:e0226858, [emf-portal.org/en/article/42216](https://www.emf-portal.org/en/article/42216)

diagnose:funk Brennpunkt (2022): Die Öffnung der Blut-Hirn-Schranke durch Mobilfunkstrahlung: Ergebnisse der Salford-Studien, [diagnose-funk.org/1809](https://www.diagnose-funk.org/1809)

diagnose:funk Brennpunkt (2020): LED-Licht zur Datenübertragung – ein gesundheitlich unbedenkliches WLAN? von Klaus Scheler, [diagnose-funk.org/1576](https://www.diagnose-funk.org/1576)

Foerster M et al. (2018): A Prospective Cohort Study of Adolescents' Memory Performance and Individual Brain Dose of Microwave Radiation from Wireless Communication. Environmental Health Perspectives, Vol. 126, No. 7, ResearchOpen Access, [emf-portal.org/de/article/35641](https://www.emf-portal.org/de/article/35641)

Fuchs T (2022): Verteidigung des Menschen. Grundfragen einer verkörperten Anthropologie, Suhrkamp

Grafen K (2022): Albumin als Schlüsselmarker. DHZ – Deutsche Heilpraktiker Zeitschrift, 2022; 6: 56–59 | © 2022, Thieme

Haidt J (2024): Generation Angst: Wie wir unsere Kinder an die virtuelle Welt verlieren und ihre psychische Gesundheit aufs Spiel setzen, Rowohlt Verlag

Hecht K (2018): Die Wirkung der 10-Hz-Pulsation der elektromagnetischen Strahlungen von WLAN auf den Menschen, diagnose:funk Brennpunkt

Hecht K (2017): Der elektromagnetische Ozean-Lebenswichtiger Umweltfaktor in Gefahr, Die Naturheilkunde, 1/2007

Hensinger P (2020): WLAN an Kindertagesstätten und Schulen: Ein Hype verdeckt die Risiken, umwelt · medizin · gesellschaft 1/2020, [diagnose-funk.org/1537](https://www.diagnose-funk.org/1537)

Hensinger, P. (2025): Wirkungen elektromagnetischer Felder des Mobilfunks auf den Gehirnstoffwechsel. Die Naturheilkunde, 6/2025

Hensinger P, Wilke I (2016): Mobilfunk: Neue Studienergebnisse bestätigen Risiken der nicht-ionisierenden Strahlung, umwelt · medizin · gesellschaft | 29 (3) | 3/2016, 205-215; diagnose-funk.org/1141, diagnose-funk.org/1537

Hoffmann et al. (2001): Electromagnetic exposure effects the hippocampal dentate cell proliferation in gerbils [Meriones unguiculatus], Indian Journal of Experimental Biology, Band 39, Dezember 2001, S. 1220–1226

Hu C et al. (2021): Effects of Radiofrequency Electromagnetic Radiation on Neurotransmitters in the Brain, Review, <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.691880>, diagnose-funk.org/2287

ICBE-EMF (2022): International Commission on the Biological Effects of Electromagnetic Fields (ICBE-EMF). Scientific evidence invalidates health assumptions underlying the FCC and ICNIRP exposure limit determinations for radiofrequency radiation: implications for 5G. Environ Health 21, 92 (2022). <https://doi.org/10.1186/s12940-022-00900-9>; in Deutsch: diagnose-funk.org/1937

Iranfar S (2025): Modulation of brain functional connectivity in healthy young adults following GSM radiofrequency exposure: A magnetoencephalography and magnetic resonance imaging study. *Neuroscience*, 591, 103–109. DOI: 10.1016/j.neuroscience.2025.11.007, <https://www.emf-portal.org/de/article/61337>

Kandel / Schwartz / Jessel (1996): Neurowissenschaften. Eine Einführung, Spektrum

Kerimoglu G et al. (2016): Pernicious effects of long-term, continuous 900-MHz electromagnetic field throughout adolescence on hippocampus morphology, biochemistry and pyramidal neuron numbers in 60-day-old Sprague Dawley male rats. *J Chem Neuroanat* 2016;77:169-175, emf-portal.org/en/article/29918

Kim JH et al. (2021): Exposure to RF-EMF Alters Postsynaptic Structure and Hinders Neurite Outgrowth in Developing Hippocampal Neurons of Early Postnatal Mice, *Int. J. Mol. Sci.* 2021, 22, 5340 emfdata.org/de/studien/detail?id=606

Kim JH et al. (2024): Exposure to Radiofrequency Induces Synaptic Dysfunction in Cortical Neurons Causing Learning and Memory Alteration in Early Postnatal Mice. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(16). emfdata.org/en/studies/detail?id=860

Kizilçay AO et al. (2024): Effects of 1800 MHz and 2100 MHz mobile phone radiation on the blood-brain barrier of New Zealand rabbits. *Wirkungen von Mobiltelefon-Strahlung bei 1800 MHz und 2100 MHz auf die Blut-Hirn-Schranke von Neuseeländer-Kaninchen*, *Med Biol Eng Comput* 2024

Klitzing v. L (2022): Healthy disorders by WLAN-exposure, *Journal of Clinical Images and Medical Case Reports*, Volume 3, <https://doi.org/10.52768/2766-7820/1639>, jcimcr.org. Download diagnose-funk.org/1964

Klitzing v. L (1995): Low-Frequency pulsed electromagnetic fields influence EEG of man. Veröffentlicht in: *Phys Med* 1995; XI (2): 77-80, Download diagnose-funk.org/1964

KKH-Studie (2025): Wenn das Smartphone Kinder verstummen lässt. Zunahme von Sprach- und Sprechstörungen bei Heranwachsenden alarmierend, diagnose-funk.org/2242

Krautz J (2014): Ware Bildung. Schule und Universität unter dem Diktat der Ökonomie, München

Laván D et al. (2025): Review of the Evidence on the Influence of Wi-Fi 2.4 GHz Radiation on Oxidative Stress and its Possible Relationship with Alzheimer's Disease. Frontiers in Neurology. 2025 Oct 3;16:1616435, <https://www.emf-portal.org/de/article/61179>

Leitlinie (2023): Download der Leitlinie: [awmf.org/service/awmf-aktuell/praevention-dysregulierten-bildschirmmediengebrauchs-in-kindheit-und-jugend](https://www.awmf.org/service/awmf-aktuell/praevention-dysregulierten-bildschirmmediengebrauchs-in-kindheit-und-jugend)

Münch R. (2018): Der bildungsindustrielle Komplex: Schule und Unterricht im Wettbewerbsstaat, Beltz Juventa

Liu JJ et al. (2022): 20-Hydroxyecdysone Improves Neuronal Differentiation of Adult Hippocampal Neural Stem Cells in High Power Microwave Radiation-Exposed Rats. Biomed Environ Sci 2022;35:504-517, [emf-portal.org/en/article/47904](https://www.emf-portal.org/en/article/47904)

Macedonia M (2024): Beweg dich! Und dein Gehirn sagt Danke: Wie wir schlauer werden, besser denken und uns vor Demenz schützen, Brandstätter Verlag

Mevisen M, Fröhlich J, Schürmann D (2025): Elektromagnetische Felder in Frequenzbereich 5.8-200 GHz-Biologische Effekte und Konsequenzen für die Gesundheit, BAFU Schweiz

Naziroglu 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

Nilsson, Hardell (2025): Increasing Numbers of Children Aged 5-19 Years with Memory Problems in Sweden and Norway. Archives of Clinical and Biomedical Research. 9 (2025): 431-439.

Odaci E, Bas O, Kaplan S (2008): Effects of prenatal exposure to a 900 MHz electromagnetic field on the dentate gyrus of rats: a stereological and histopathological study. Brain Res 2008; 1238 : 224 – 229

Panagopoulos DJ et al. (2026): Recording the extremely low frequency pulsations of wireless communication electromagnetic fields. Electromagnetic Biology and Medicine, 1-10, <https://www.emfdata.org/de/dokumentationen/detail?id=262>

Persson BRR (2021): „More Probable than Unlikely“ - A Tale of the Blood-Brain Barrier and Mobile Communication. Dedicated to Leif G. Salford on his 80th birthday, 2021-12-07

Qi M et al. (2022): Behavioral Effect of Terahertz Waves in C57BL/6 Mice. Biosensors 2022;12

Ragy MM (2015): Effect of exposure and withdrawal of 900-MHz-electromagnetic waves on brain, kidney and liver oxidative stress and some biochemical parameters in male rats. Electromagn Biol Med 2015;34:279-284, [emf-portal.org/de/article/24632](https://www.emf-portal.org/de/article/24632)

Romanenko S et al. (2019): Millimeter Wave Radiation Activates Leech Nociceptors via TRPV1-Like Receptor Sensitization. Biophys J 2019;116:2331-2345, [emf-portal.org/de/article/38385](https://www.emf-portal.org/de/article/38385)

Rui G et al. (2022): Effects of 5.8 GHz microwave on hippocampal synaptic plasticity of rats. International Journal of Environmental Health Research 2022;32:2247-2259, [emf-portal.org/en/article/45327](https://www.emf-portal.org/en/article/45327)

Salford LG et al. (2003): Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones. med./bio. [Nervenzellschäden bei Säugetier-Gehirnen nach Befeldung mit Mikrowellen von GSM Mobiltelefonen]. 111 (7): 881-3, [emf-portal.org/de/article/9462](https://www.emf-portal.org/de/article/9462)

Schuermann D., Mevissen M. (2021): Manmade Electromagnetic Fields and Oxidative Stress - Biological Effects and Consequences for Health. Int. J. Mol. Sci. 2021, 22, 3772.
<https://doi.org/10.3390/ijms22073772>, diagnose-funk.org/1692

Schweizer Bundesrat (2015): Zukunftstaugliche Mobilfunknetze Bericht des Bundesrates in Erfüllung der Postulate Noser (12.3580) und FDP-Liberale Fraktion (14.3149); [bakom.admin.ch/dam/bakom/de/dokumente/zukunftstauglichemobilfunknetze.pdf.download.pdf/zukunftstauglichemobilfunknetze.pdf](https://www.bakom.admin.ch/dam/bakom/de/dokumente/zukunftstauglichemobilfunknetze.pdf.download.pdf/zukunftstauglichemobilfunknetze.pdf);
[snf.ch/SiteCollectionDocuments/nfp/nfp57/nfp57_synthese_d.pdf](https://www.snf.ch/SiteCollectionDocuments/nfp/nfp57/nfp57_synthese_d.pdf), S.10

Setia MS et al. (2025): Radiofrequency Electromagnetic Field Emissions and Neurodevelopmental Outcomes in Infants: A Prospective Cohort Study. Cureus 17(7): e87671.
<https://www.emf-portal.org/de/article/60360>

Shahin S et al. (2018): 2.45 GHz microwave radiation induced oxidative and nitrosative stress mediated testicular apoptosis: Involvement of a p53 dependent bax-caspase-3 mediated pathway. Environ Toxicol 2018;33:931-945, [emf-portal.org/de/article/35419](https://www.emf-portal.org/de/article/35419)

Sharma S, Shukla S (2020): Effect of electromagnetic radiation on redox status, acetylcholine esterase activity and cellular damage contributing to the diminution of the brain working memory in rats. J Chem Neuroanat 2020;106:101784, [emf-portal.org/en/article/42061](https://www.emf-portal.org/en/article/42061)

STOA-Studie (2021): Health-Impact of 5G, diagnose-funk.org/1740

Sun L et al. (2025): Compound exposure of 2.8 GHz and 9.3 GHz microwave causes learning and memory impairment in rats. Heliyon 2025; 11 (1): e41626

Supper A, Teuchert-Noodt G: "How learning doesn't work" Children evaluate their cell phone use – An empirical pilot study . Neurol Neurosci. 2021; 1(3):1-9

Squire LR, Kandel ER (2009): Gedächtnis. Die Natur des Erinnerns, Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag

TAB (2023): Technikfolgenabschätzung (TA) – Mögliche gesundheitliche Auswirkungen verschiedener Frequenzbereiche elektromagnetischer Felder (HF-EMF), Bundestagsdrucksache 20/5646, diagnose-funk.org/1954

Tan S et al. (2017): Study on dose-dependent, frequency-dependent, and accumulative effects of 1.5 GHz and 2.856 GHz microwave on cognitive functions in Wistar rats. Sci Rep 2017;7:10781, [emf-portal.org/en/article/33085](https://www.emf-portal.org/en/article/33085)

Tang J et al. (2015): Exposure to 900 MHz electromagnetic fields activates the mmp-1/ERK pathway and causes blood-brain barrier damage and cognitive impairment in rats. Brain Res 2015;1601:92-101, [emf-portal.org/de/article/26411](https://www.emf-portal.org/de/article/26411)

Teuchert-Noodt G (2019): Die Rechnung kann nicht ohne den Wirt gemacht werden: Das Gehirn des Kindes. In: Lankau R, Bleckmann P (2019): Digitale Medien und Unterricht. Eine Kontroverse, Beltz, Weinheim

Teuchert-Noodt G (2017): CYBERATTACKE auf die Nervennetze des Gehirns – Wohin führt die digitale Revolution? umwelt · medizin · gesellschaft | 30 (3) | 3/2017, 28–32

Teuchert-Noodt G, Hensinger P (2025): No way out of the smartphone epidemic without taking into account the findings of brain research, J Neurol Neurosci, 16 (01) 2025 : 001-011, diagnose-funk.org/2205, Deutsche Übersetzung: Download unter diagnose-funk.org/2159

Wang H et al. (2023): [Changes in cognitive function, synaptic structure and protein expression after long-term exposure to 2.856 and 9.375 GHz microwaves](https://emf-portal.org/en/article/49939). Cell Commun Signal 2023a;21:34, emf-portal.org/en/article/49939

Wang H et al. (2023): Disrupted Topological Organization of Brain Network in Rats with Spatial Memory Impairments Induced by Acute Microwave Radiation. Brain Sci 2023b;13, emf-portal.org/en/article/51302

Warnke U, Hensinger P (2013): Steigende „Burn-out“- Inzidenz durch technisch erzeugte magnetische und elektromagnetische Felder des Mobil- und Kommunikationsfunks, umwelt · medizin · gesellschaft, 1/2013, emfdata.org/de/dokumentationen/detail?id=59

Wilke I (2018): Biologische und pathologische Wirkungen der Strahlung von 2,45 GHz auf Zellen, Fruchtbarkeit, Gehirn und Verhalten. Review: umwelt · medizin · gesellschaft | 31 (1) | 1/2018, 58-69, emfdata.org/de/studien/detail?id=439

Yakymenko I et al. (2016): Oxidative mechanisms of biological activity of low-intensity radiofrequency radiation. Electromagn Biol Med 2016; 35 (2): 186-202, erschienen als diagnose:funk Brennpunkt, diagnose-funk.org/1001

Quellen / Studien



1. WLAN-Studien

Zu WLAN ist der ÜBERBLICK Nr. 6 erschienen mit einer Dokumentation von über 60 Studien.

Aggarwal Y et al. (2013): Chronic exposure of low power radio frequency changes the EEG signals of rats: low power radio frequency alters EEG. Advances in Biomedical Engineering Research (ABER) 1 (2), emf-portal.org/de/article/35733

Bamdad K et al. (2019): Complications of nonionizing radiofrequency on divided Attention. Journal of Cellular Biochemistry 120 (6), emfdata.org/de/studien/detail?id=555

Chaturvedi CM et al. (2011): 2.45 GHz (CW) microwave irradiation alters circadian organization, spatial memory, DNA structure in the brain cells and blood cell counts of male mice, mus musculus. Progr Electromagn Res B 29, 23–42, emfdata.org/de/studien/detail?id=238

Chiu CT et al. (2015): Mobile phone use and health symptoms in children. J Formos Med Assoc 2015; 114 (7): 598-604, emf-portal.org/de/article/25628

Gupta SK et al. (2018): Electromagnetic radiation 2450 MHz exposure causes cognition deficit with mitochondrial dysfunction and activation of intrinsic pathway of apoptosis in rats, J Biosci 43, 263–276 (2018), emfdata.org/de/studien/detail?id=679

Karimi N et al. (2018): 2.45 GHz microwave radiation impairs learning, memory, and hippocampal synaptic plasticity in the rat. Erschienen in: Toxicology and Industrial Health 2018; 34(12), 873–883, emfdata.org/de/studien/detail?id=507

Lai H, Singh NP (1996): Single- and double-strand DNA breaks in rat brain cells after acute exposure to radiofrequency electromagnetic radiation. *Int J Radiat Biol* 1996; 69 (4): 513-521, emfdata.org/de/studien/detail?id=402

Mortazavi SM et al (2011): The pattern of mobile phone use and prevalence of self-reported symptoms in elementary and junior high school students in Shiraz, Iran. *Iran J Med Sci* 2011; 36 (2): 96–103, emfdata.org/de/studien/detail?id=211

Naziroglu 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, emfdata.org/de/studien/detail?id=410

Redmayne M et al. (2013): The relationship between adolescents' well-being and their wireless phone use: a cross-sectional study. *epidem. Environ Health* 2013; 12: 90, emfdata.org/de/studien/detail?id=302

Shahin S et al. (2015): 2.45 GHz Microwave Radiation Impairs Learning and Spatial Memory via Oxidative/Nitrosative Stress Induced p53-Dependent / Independent Hippocampal Apoptosis: Molecular Basis and Underlying Mechanism. *Toxicological Sciences* 148 (2), 380–399, emfdata.org/de/studien/detail?id=198

Shahin S et al. (2018): 2.45-GHz Microwave Radiation Impairs Hippocampal Learning and Spatial Memory: Involvement of Local Stress Mechanism-Induced Suppression of iGluR/ERK/CREB Signaling. *Toxicological Sciences* 161 (2), 349–374, emfdata.org/de/studien/detail?id=734

Wang B, Lai H (2000): Acute exposure to pulsed 2.450 MHz microwaves affects water-maze performance of rats. *Bioelectromagnetics* 21 (1), 52–56, emfdata.org/de/studien/detail?id=268

Wang J et al. (2017): Mobile Phone Use and The Risk of Headache: A Systematic Review and Meta-analysis of Cross-sectional Studies. *Sci Rep* 2017; 7 (1): 12595, emf-portal.org/de/article/33360

Wilke I (2018): Biologische und pathologische Wirkungen der Strahlung von 2,45 GHz auf Zellen, Fruchtbarkeit, Gehirn und Verhalten. Review: umwelt-medizin-gesellschaft 2018 Feb 31(1), emf-data.org/de/studien/detail?id=439

Yang XS et al. (2012): Exposure to 2.45 GHz electromagnetic fields elicits an HSP-related stress response in rat hippocampus. *Brain Res Bull* 88 (4), 371–378, emfdata.org/de/studien/detail?id=269

Zhu R et al. (2021): Effects of 1.5 and 4.3 GHz microwave radiation on cognitive function and hippocampal tissue structure in Wistar rats. *Scientific Reports*, 11(1), 1–12, emfdata.org/de/studien/detail?id=761

2. Studien zu Epilepsie

Carballo-Quintas M et al. (2012): A study of neurotoxic biomarkers, c-fos and GFAP after acute exposure to GSM radiation at 900MHz in the picrotoxin model of rat brains. *Neurotoxicology* 2011; 32 (4): 478-494. „Die meisten Hirn-Areale, außer dem Piriform-Cortex, zeigten 24 Stunden nach Exposition und Picrotoxin-Gabe bedeutende Anstiege der neuronalen Aktivierung ... Die Ergebnisse deuten auf den Bedarf weiterer Untersuchungen zu den Wirkungen einer Handy-Exposition auf epileptische Patienten hin.“ (Zitat aus EMF-Portal) emf-portal.org/de/article/19230

Cinar N et al. (2013): What is the impact of electromagnetic waves on epileptic seizures? Med Sci Monit Basic Res 2013; 19: 141-145. „Die durchschnittliche Latenzzeit bis zum Beginn des ersten Anfalls war in der 2 Stunden-exponierten Gruppe signifikant kürzer als in der 12 und 20 Stunden-exponierten Gruppe.“ (Zitat aus EMF-Portal) emf-portal.org/de/article/22456

Ertilav K et al. (2018): Long Term Exposure to Cell Phone Frequencies (900 and 1800 MHz) Induces Apoptosis, Mitochondrial Oxidative Stress and TRPV1 Channel Activation in the Hippocampus and Dorsal Root Ganglion of Rats. Metab Brain Dis 2018; 33 (3): 753-763. emfdata.org/de/studien/detail?id=674

Esmekaya MA et al. (2016): Effects of cell phone radiation on lipid peroxidation, glutathione and nitric oxide levels in mouse brain during epileptic seizure. J Chem Neuroanat 2016; 75 Pt B: 111-115. „Die Lipidperoxidation und der Gesamtgehalt an Stickstoffmonoxid im Gehirn waren in beiden Expositions-Gruppen (Gruppen 1 und 2) im Vergleich zur Schein-Expositions-Gruppe (Gruppe 3) signifikant erhöht ... Die Autoren schlussfolgern, dass eine Exposition von Mäusen mit einem 900 MHz elektromagnetischen Feld den oxidativen Stress im Gehirn während eines epileptischen Anfalls erhöhen könnte.“ (Zitat aus EMF-Portal) emf-portal.org/de/article/28763, emfdata.org/de/studien/detail?id=675

Fröhlich F, McCormick DA (2010): Endogenous Electric Fields May Guide Neocortical Network Activity. Neuron 2010; 67 (1): 129-143. emf-portal.org/de/article/18507, emfdata.org/de/studien/detail?id=350

Guo Y et al. (2020): Electromagnetic activity: a possible player in epilepsy. Acta Epileptologica 2, 9 (2020). emfdata.org/de/studien/detail?id=639, springermedizin.de/electromagnetic-activity-a-possible-player-in-epilepsy/25672908

Kouchaki E et al. (2016): Effect of mobile phone radiation on pentylenetetrazole-induced seizure threshold in mice. Iran J Basic Med Sci 2016; 19 (7): 800-803. „Tiere, die chronisch bei dem elektromagnetischen Feld exponiert waren (Gruppen 4-6), zeigten signifikant niedrigere Schwellenwert-Dosen für tonische und klonische Krämpfe im Vergleich zur Kontrollgruppe ... Die Autoren schlussfolgern, dass eine chronische Exposition von Mäusen bei einem 900-950 MHz elektromagnetischen Feld (GSM) das Risiko für einen epileptischen Anfall erhöhen könnte.“ (Zitat aus EMF-Portal) emf-portal.org/de/article/30342, emfdata.org/de/studien/detail?id=14

Lopez-Martin E et al. (2009): The action of pulse-modulated GSM radiation increases regional changes in brain activity and c-Fos expression in cortical and subcortical areas in a rat model of picrotoxin-induced seizure proneness. J Neurosci Res 2009; 87 (6): 1484-1499. „Im Vergleich zur einer Befeldung mit unmodulierten Signalen erhöhte eine 900 MHz GSM-Befeldung die neuronale Erregbarkeit in mit Picrotoxin behandelten Ratten, was durch Änderungen im Verhalten (Anfälle), EEG und in der neuronalen c-Fos-Expression in Erscheinung trat.“ (Zitat aus EMF-Portal) emf-portal.org/de/article/16675

Maby E et al. (2006): Short-term effects of GSM mobiles phones on spectral components of the human electroencephalogram. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc 2006; 1: 3751-3754. Bei den gesunden Versuchsteilnehmern wurde ein signifikanter Abfall des EEG-Signals in allen Frequenzbändern beobachtet und am deutlichsten in der Alphawelle der okzipitalen Elektroden. Bei den Patienten mit Epilepsie verhielt es sich umgekehrt. Die GSM-Exposition führte zu einem Anstieg des EEG-Signals in allen Frequenzbändern und ohne einen lokalen Unterschied. Diese Ergebnisse legen nahe, dass GSM-Mobiltelefone eine biologische Wirkung auf EEG-Signale haben könnten.“ (Zitat aus EMF-Portal) emf-portal.org/de/article/15056

Vecchio F et al. (2012): Mobile phone emission increases inter-hemispheric functional coupling of electroencephalographic alpha rhythms in epileptic patients. Int J Psychophysiol 2012; 84 (2): 164-

171. „Im Vergleich zu der Kontrollgruppe zeigten die epileptischen Patienten eine statistisch signifikant höhere interhemisphärische Kohärenz der temporalen und frontalen Alphawellen-Rhythmen (ungefähr 8-12 Hz) bei einer GSM-Mobiltelefon-Exposition im Vergleich zur Schein-Exposition.“ (Zitat aus EMF-Portal) emf-portal.org/de/article/20245; emfdata.org/de/studien/detail?id=294

3. ElektromogReport 2019-2026: Studien zu Gehirn, Verhalten, Lernen

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
Akakin et al. (2021) 'Electromagnetic Waves from Mobile Phones may Affect Rat Brain During Development' ElektromogReport 2-2022	Ratten ab dem 14. Trächtigkeitstag bis zur Geburt täglich 2 Stunden mit 1800 MHz-Strahlung (1,79 W/kg) bestrahlt. Nach Geburt: 5 Gruppen mit je 6 männlichen Tieren (Kontrolle, Stand-by und Gesprächsmodus, jeweils mit/ohne Weiterbestrahlung bis Tag 60).	In allen bestrahlten Gruppen: Nervenzellschäden in Hirnrinde und Hippocampus, MDA (oxidativer Stressmarker) erhöht, GSH (Antioxidans) in drei Gruppen signifikant vermindert, Neuronendegeneration, Erhöhung von GFAP, im Trigeminus-Gewebe mehr degenerierte Axone festgestellt, mit signifikanter Veränderung nur bei Langzeitbestrahlung.	Mobiltelefone beeinflussen Gehirnentwicklung schon im Stand-by-Modus, 1800 MHz-Strahlung (1,79 W/kg) schädigt in fetaler/postnataler Phase Trigeminusnerv und Nervenzellen, oxidativer Stress aktiviert Astroglia im Gehirn, Wirkung ist im Gesprächsmodus stärker, Hinweis auf Risiko für Kinder/Jugendliche durch intensivere Handynutzung, erstmals gezeigte Beeinflussung der Ultrastruktur des Trigeminusnervs, Langzeitznutzung kann stärkere Schäden verursachen.
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' ElektromogReport 1-2024	35 männliche Mäuse, in utero und postnatal (Tag 7-8) täglich 1 h bestrahlt mit 900 MHz Hochfrequenz über ein Mobiltelefon, max. Leistung 2 W/kg, SAR = 1,25 W/kg, Leistungsdichte max. 145 µW/cm²; 4 befedete Gruppen: Gruppe II: nur Befeldung, Gruppe III: Befeldung + 100 mg/kg Myrtenal, Gruppe IV: Befeldung + 200 mg/kg Myrtenal, Gruppe V: Befeldung + 0,5 mg/kg Donepezil (Alzheimer-Medikament).	Hochfrequenzbestrahlung führte zu Gedächtnisverschlechterung, angstähnlichem Verhalten und biochemischen Zellschäden. Myrtenal zeigte bei höherer Dosierung schützende Effekte durch Minderung dieser negativen Auswirkungen auf Verhalten, oxidative Stressmarker und Neurotransmitter.	Hochfrequenzbestrahlung kann während der frühen Entwicklung kognitive Defizite, Verhaltensänderungen sowie oxidative und entzündliche Prozesse im Gehirn von Mäusen verursachen. Das Antioxidans Myrtenal konnte Effekte abschwächen, was zu einer verbesserten Neurotransmitter-Balance und Gedächtnisleistung führte. Empfehlung von myrtenalhaltiger Nahrung bei frühzeitiger Mobilfunkbelastung.
Alkis et al. (2019) 'Effect of 900-, 1800-, and 2100-MHz radiofrequency radiation on DNA and oxidative stress in brain' ElektromogReport 1-2019	28 männliche Ratten, vier Gruppen, 6 Monate lang täglich 2 Stunden bestrahlt (900, 1800, 2100 MHz). Die Ganzkörper SAR-Werte betrugen 0,638, 0,166 und 0,174 W/kg.	Die 2100 MHz-Gruppe zeigte signifikant mehr DNA-Einzelstrangbrüche, alle bestrahlten Gruppen wiesen erhöhten TOS- und OSI-Wert, erniedrigten TAS-Wert, höhere MDA- und 8-OHdG-Level sowie bei 1800 MHz und 2100 MHz erhöhte Nitritwerte auf.	Mobilfunkstrahlung scheint in der Lage zu sein, oxidativen Stress, Lipidperoxidation und DNA-Schädigung im Frontallappen des Gehirns zu verursachen. Mobilfunkstrahlung kann verantwortlich für Schäden an biologischem Gewebe sein.

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
Aliyari et al. (2024) 'Environmental Effect of High-voltage Towers on the Cerebellum and Cognitive Impairments in the Monkey' ElektrosmogReport 4-2024	Zwei erwachsene Rhesusaffen (ein exponiert, ein Kontrolltier). Das Versuchstier wurde 1 Monat lang täglich 4 h einem simulierten Hochspannungsfeld (50/60 Hz, 3 kV/m) ausgesetzt.	Exponierter Affe mit verschlechtertem Lernen/Gedächtnis, erhöhtem ACTH, verringerter GR-Expression, Kleinhirnblutung sowie starken Verhaltensänderungen und ~1 kg Gewichtsverlust.	Hochspannungsfelder verursachten signifikante kognitive, hormonelle und Verhaltensänderungen. Die Kombination aus ACTH-Anstieg, GR-Suppression und Leistungsabfall weist auf gestörte Cortisol-Regulation hin. Die Kleinhirnblutung zeigt mögliche Gewebeschädigung. Hochspannungsmasten stellen potenziell ein Risiko für kognitive Funktionen von Anwohnern dar.
Asl et al. (2020) 'The radio-protective effect of rosmarinic acid against mobile phone and Wi-Fi radiation-induced oxidative stress in the brains of rats' ElektrosmogReport 2-2023	Männliche Wistar-Ratten, 1 Monat lang täglich 1 h mit 915 MHz (0,98 mW/cm ²) und 2450 MHz (0,79 mW/cm ²) befeldet, Zusatzgabe: Rosmarinsäure (20 mg/kg) in Saline.	Signifikanter Anstieg oxidativer Stressmarker nach HF-Befeldung (bei 915 MHz und 2450 MHz), Rosmarinsäure zeigte signifikant schützende Effekte bei einigen Stressmarkern (beide Frequenzen).	Die Studie legt nahe, dass Hochfrequenzbefeldung das antioxidative Schutzsystem im Gehirn von Ratten schwächt und oxidativen Stress verstärkt – besonders ausgeprägt bei 2450-MHz-Strahlung. Rosmarinsäure zeigte dabei schützende Effekte, weshalb ihr Verzehr zur Reduktion hochfrequenzinduzierter Stressreaktionen empfohlen wird.
Azimzadeh et al. (2024) 'Maternal linalool treatment protects against radiofrequency wave-induced deteriorations in adolescent rats: A behavioral and electrophysiological study' ElektrosmogReport 1-2026	20 trächtige Ratten, 4 Gruppen (Kontrolle, Linalool, Befeldung, Befeldung+Linalool). Pränatale Exposition mit 900 MHz (GSM-Telefon Nokia 1616), SAR 1,19 W/kg Kopf / 0,32 W/kg Ganzkörper, täglich 1 h 40 min während 21 Tagen.	Pränatal befeldete Nachkommen mit Angstverhalten, verschlechtertem Lernen/Gedächtnis, reduzierter neuronaler Erregbarkeit, mangelhafter LTP, gestörter Spurenelement-Homöostase. Linalool schwächte alle Effekte deutlich ab und normalisierte fast vollständig.	Pränatale Mobilfunkexposition verursachte persistierende, geschlechtsübergreifende neurobehaviorale und elektrophysiologische Defizite sowie Störungen der Spurenelement-Homöostase. Linalool zeigte neuroprotektive Wirkung und stellte die meisten Parameter wieder her.
Bamdad et al. (2019) 'Complications of nonionizing radiofrequency on divided Attention' ElektrosmogReport 1-2020	312 Schülerinnen (14-17 J.), 138 Nicht-WLAN-Nutzerinnen und 174 Nutzerinnen (Nutzung >1 Jahr), erfasst wurden WLAN-Dauer und Standort des Routers, drei Tests zu Kurzzeitgedächtnis, selektive und geteilte Aufmerksamkeit.	WLAN-Gruppe zeigte signifikant schlechtere Leistungen beim Multitasking.	Es gibt schädliche Wirkungen von elektromagnetischen Feldern der 2,4- bis 2,8-GHz-Strahlung von WLAN-Routern auf Schülerinnen in Form von verminderter Fähigkeit zum Multitasking.
Bodin et al. (2025) 'Altered development in rodent brain cells after 900 MHz radio-frequency exposure' ElektrosmogReport 4-20	Intrauterine Befeldung männlicher Ratten vom 8. Gestationstag bis PNT 17 mit 900 MHz, SAR 0,08 bzw. 0,4 W/kg (öffentliche/berufliche Grenzwerte). n = 9 Kontrollen, n = 8 pro Expositionsgruppe.	Proteomik: 10 veränderte Proteine (Synapsen/Zellwachstum). Hippocampus: weniger Synapsen an PNT 8, mehr inhibitorische Synapsen (beides bis PNT 17 ausgeglichen). Kortex: verändertes Synapsenverhältnis, weniger Proliferation (PNT 8), BDNF-Abnahme (PNT 17). Oxidativer Stress: keine Veränderungen. In vitro: mehr Apoptose, mehr Proliferation, mehr DNA-Doppelstrangbrüche, veränderte Differenzierung.	Selbst Expositionen innerhalb der ICNIRP-Grenzwerte können die Hirnentwicklung beeinträchtigen. Die Verschiebung zu mehr inhibitorischen Synapsen könnte auf erhöhte neuronale Erregbarkeit hinweisen; solche Veränderungen sind mit Entwicklungsstörungen assoziiert. Insgesamt zeigt sich, dass der entwickelnde Organismus empfindlich auf Mobilfunkstrahlung reagiert. Die Autoren empfehlen Vorsicht bei drahtlosen Geräten, besonders für Schwangere und Kleinkinder.

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
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	Mäuse vom Tag 13,5 der Trächtigkeit bis 21. postnatalen Tag mit gepulster LTE-Strahlung (1.846 MHz) bestrahlt, 30 Minuten/Tag, 5 Tage/Woche, SAR: 0,5 oder 1 W/kg Ganzkörper, ab der 12. bis zur 28. Lebenswoche im Heimkäfig wurden Trinkverhalten, Bewegung, Futteraufnahme beobachtet.	0,5 W/kg: signifikant verringerte Trinkfrequenz und reduzierte Bewegungsdistanz, 1 W/kg: signifikant erhöhte Trinkfrequenz und längere Bewegungsdauer, Effekte dosisabhängig und langfristig nachweisbar.	Die wiederholte Bestrahlung mit niedriger Feldstärke von Mobilfunk-Strahlung (gepulsten 1846 MHz, simulierter Downlink, Ganzkörper-SAR 0,5 und 1 W/kg, im Mutterleib und kurz nach der Geburt) hat bei männlichen Mäusen im frühen Leben eine fortdauernde und langanhaltende Nachwirkung.
Cakir et al. (2025) 'Radiofrequency regulates the BET-mediated pathways in radial glia differentiation in human cortical development' ElektrosmogReport 4-2025	Kortikale Organoiden aus humanen Stammzellen; Befeldung ab Tag 10 der Strukturierung 12h/Tag oder kontinuierlich mit Bluetooth 2,4 GHz, 4 dBm (2,4 mW), Feldstärke 2,5 mW/m ² ; Kontrollen in getrennten Inkubatoren.	Bluetooth-Exposition führte zu veränderter Stammzell-Entwicklung, Autismus-ähnlichen Merkmalen, mehr Synapsen und höherer neuronaler Aktivität. Die Effekte ließen sich durch Abschirmung oder Blockierung bestimmter Genregulations-Proteine abschwächen.	Die Studie zeigt, dass Bluetooth-Strahlung die Entwicklung früher Gehirnstrukturen beeinträchtigen kann. Die beobachteten Effekte ließen sich durch Abschirmung oder durch Blockierung bestimmter Genregulations-Proteine deutlich abschwächen. Die verwendeten Organoiden eignen sich gut, um frühe Umweltwirkungen auf die menschliche Gehirnentwicklung zu untersuchen.
Cantiello et al. (2025) 'Differences in brain microtubule electrical activity of the Hippocampus and Neocortex from the Adult Rat' ElektrosmogReport 2-2026	Hirngewebe erwachsener Ratten (Kortex, Hippocampus); Patch-Clamp-Messungen; Fourier-Analyse; Variation der Ionenkonzentration (KCl-Inkubation); Test des Mikrotubuli-Beitrags über Paclitaxel (MT-Stabilisator).	Kortex und Hippocampus zeigten spontane elektrische Schwingungen (~38 Hz), abhängig von Reizstärke und Polarität. KCl veränderte die Muster, Paclitaxel unterdrückte die Schwingungen deutlich (im Hippocampus fast vollständig).	Mikrotubuli spielen eine zentrale Rolle bei den im Hirngewebe beobachteten elektrischen Schwingungen. Die deutliche Unterdrückung durch Paclitaxel zeigt, dass das Zytoskelett wesentlich zu intrazellulären elektrischen Signalen beiträgt.
Chen et al. (2021) '1800 MHz Radiofrequency Electromagnetic Field Impairs Neurite Outgrowth Through Inhibiting EPHA5 Signaling' ElektrosmogReport 2-2021	Embryonale neuronale Stammzellen und Neuro-2A-Zellen in vitro mit 1800 MHz GSM bestrahlt (SAR 4 W/kg); RNA-Sequenzierung und Signalweganalyse.	Veränderte Genexpression bei Neuritenausbildung, reduzierte EPHA5-Expression, CREB/RhoA-Signalweg beeinflusst, reduzierte Neuritenlänge und Verzweigung.	Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass Hochfrequenzstrahlung das Wachstum von Neuriten (Dendriten und Axone) durch Störung des EPHA5-vermittelten Signalwegs hemmt.
Cui et al. (2026) 'Involvement of the Primary Auditory Cortex-Basolateral Amygdala Circuit in Altered Conditioned Fear Memory Retrieval Following Electromagnetic Field Exposure in Mice' ElektrosmogReport 2-2026	10-wöchige Mäuse wurden 7 Tage mit 9,375 GHz (2,58 W/kg) und/oder 100 mT Magnetfeld bestrahlt; Kontrollgruppe ohne Befeldung.	Nur die kombinierte Befeldung: -> messbare Störungen des Furchtgedächtnisses, deutliche Zellschäden in beteiligten Gehirnbereichen, Schwächung der Signalübertragung zwischen Hörverarbeitung und Emotionszentrum, Reduktion der Aktivität der Nervenzellen während der Furchtreaktion.	Die Ergebnisse sprechen dafür, dass eine verminderte Aktivität der beteiligten Nervenzellen und Zellschäden in diesen Bereichen die beobachteten Verhaltensänderungen verursachen. Die Effekte entstehen ohne Beeinträchtigung des Hörvermögens und betreffen direkt die zentralen neuronalen Schaltkreise für Angst- und Furchtreaktionen.

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
Dasgupta et al. (2022) 'Transcriptomic and Long-Term Behavioral Deficits Associated with Developmental 3.5 GHz Radiofrequency Radiation Exposures in Zebrafish' ElektrosmogReport 3-2022	Zebrafisch-Embryonen: Bestrahlung 6-48 h nach Befruchtung mit 3,5 GHz (SAR: 8,27 W/kg).	Störungen in Kohlenstoff- und Aminosäurestoffwechsel; signifikante Verhaltensveränderungen (z.B. Raubtiervermeidung, Sozialverhalten) bei adulten Tieren.	Hochfrequenzstrahlung könnte Sozial- und Angstverhalten von Zebrafischlarven beeinflussen, möglicherweise ausgelöst durch Kurzzeitbefeldung drei Monate zuvor. Es gibt Hinweise auf molekulare Veränderungen in Nukleinsäuresynthese und Stoffwechsel und eine potenziell beeinträchtigte neuronale Entwicklung.
DastAmooz et al. 2023 'A primary study on rat fetal development and brain-derived neurotrophic factor levels under the control of electromagnetic fields' ElektrosmogReport 3-2026	Schwangere Wistar-Ratten wurden während der gesamten Trächtigkeit 20 Tage lang, täglich 6 h, einem 2,4-GHz-WLAN-Signal ausgesetzt (Modem in 1 m Abstand). Kontrolltiere befanden sich in einem abgeschirmten Raum.	WLAN-exponierte Nachkommen zeigten größere Körper- und Schwanzlängen bei der Geburt, jedoch kürzere Schwanzlängen am 21. und 56. Tag. Das Körpergewicht war am Tag 56 um ~10 % niedriger (nicht signifikant). Die BDNF-Konzentration war am Tag 56 signifikant reduziert (-4 %).	Die Studie weist auf Wachstumsveränderungen und eine leichte Abnahme der BDNF-Spiegel nach pränataler WLAN-Exposition hin, ist jedoch durch kleine Stichprobe, kurze Expositionsdauer und fehlende Hormonmessungen eingeschränkt.
Delen et al. (2021) 'Effects of 2600 MHz Radiofrequency Radiation in Brain Tissue of Male Wistar Rats and Neuroprotective Effects of Melatonin' ElektrosmogReport 2-2021	Männliche Ratten (6 Gruppen), bestrahlt mit 2600 MHz, 30 min täglich über 30 Tage mit und ohne Melatonin-Schutz (10 mg/kg täglich), Bestrahlung unter definierten SAR-Bedingungen (z.B. 0,44 W/kg im Gehirn).	Abnahme antioxidativer Enzyme, Anstieg oxidativer Marker, Erhöhte Apoptose, v.a. im Hippocampus, Zellveränderungen, erweiterte Blutgefäße im Gehirn, Kontroll- und Melatoningruppen mit weitgehend normaler Struktur, Melatonin reduziert oxidative Schäden und Apoptoserate deutlich, Immunhistochemie bestätigt Nervenzell- und Gliazellschädigung durch Strahlung.	Die Ergebnisse deuten auf ein mögliches Risiko neurodegenerativer Erkrankungen und Hirntumoren hin; Reduktion der Strahlenbelastung und Melatonin als Schutzmaßnahme werden empfohlen.
Echchgadda et al. (2022) 'Changes in the excitability of primary hippocampal neurons following exposure to 3.0 GHz radiofrequency electromagnetic fields' ElektrosmogReport 3-2022	60-minütige Bestrahlung mit 3,0 GHz bei geringer Dosis (~0,3 W/kg, max. ~0,7 W/kg) embryonaler Hippocampuszellen von Ratten.	Signifikant verringerte Amplitude des Aktionspotenzials nach Bestrahlung, erhöhte Depolarisation des Ruhepotenzials → erhöhte neuronale Erregbarkeit, geringere Schwelle zur Auslösung von Aktionspotenzialen, drastischer Anstieg spontaner Aktionspotenziale, erhöhte intrazelluläre Ca^{2+} -Konzentration → verstärkte synaptische Aktivität, 3,0-GHz-Strahlung potenziert exzitatorische/inhibitorische postsynaptische Ströme, HF-Bestrahlung steigert Erregbarkeit und synaptische Plastizität der Nervenzellen.	Die Befunde deuten auf die Möglichkeit veränderter Gehirnfunktion hin. Die Wirkung der Strahlung auf Erregbarkeit der Hippocampuszellen, den Calciumspiegel und die synaptische Übertragung zeigt, dass mehr Forschung betrieben werden muss, um Mechanismen der EMF-Wirkung zu verstehen.

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
Farashi et al. (2022) ‚Mobile phone electromagnetic radiation and the risk of headache: a systematic review and meta-analysis‘ ElektromogReport 1-2025	Systematische Übersichtsarbeit gemäß PRISMA (Suchzeitraum: 1990 bis Feb. 2021, 33 Studien), Suche in Web of Science, PubMed, Scopus nach Studien mit digitalen Mobiltelefonen unter Einbeziehung aller Altersgruppen und Kopfschmerzformen, keine Begrenzung der EMF-Expositionsdauer.	EMF-Exposition durch Mobiltelefone oder Basisstationen in vielen der analysierten Studien mit Kopfschmerzen assoziiert (25 Studien signifikant). Der gepoolte Gesamteffekt über alle Studien betrug OR = 1,30, was auf einen signifikanten Zusammenhang hinweist – besonders bei Exposition >100 Minuten/ Woche (OR = 1,41). Alter hatte keinen relevanten Einfluss, aber die Dauer der Exposition war ausschlaggebend. Bei Basisstationen war der Effekt geringer und nicht signifikant (OR = 1,14).	Der gepoolte Effekt der Mobiltelefonnutzung auf Kopfschmerzen deutet auf einen signifikanten Effekt der Mobiltelefonnutzung auf die Prävalenz von Kopfschmerzen hin. Dies gilt unabhängig vom Alter der Betroffenen. Die Ergebnisse der aktuellen Untersuchung deuten auch darauf hin, dass Nutzer von Mobiltelefonen ein höheres Risiko für Kopfschmerzen haben als Personen, die in der Nähe von Mobilfunk-Basisstationen leben.
Gao et al. (2023) ‚Electromagnetic pulse induced blood-brain barrier breakdown through tight junction opening in rats‘ ElektromogReport 1-2024	Adulte männliche Ratten, befeuchtet mit 50, 100, 200 und 400 kV/m. EMP-Parameter: Pulszahl n=200, Pulsbreite τ = 200 ns bei einer Wiederholungs-frequenz von 1,0 Hz.	Feldstärkenabhängige Durchlässigkeit der Blut-Hirn-Schranke (BHS), mikroskopisch zeigten sich erweiterte Tight Junctions, Basalmembranveränderungen und geschwollene Astrozyten-Endfüßchen, Expression relevanter TJ-Proteine zeigte bei hoher Intensität tendenziell einen Rückgang.	Elektromagnetische Pulse (EMP) können die Blut-Hirn-Schranke (BHS) bei Ratten durchlässiger machen, abhängig von Feldstärke und Molekülgröße. Besonders kleinere Moleküle passieren die BHS bei geringerer Intensität. Obwohl sich die Expression der Tight-Junction-Proteine nicht signifikant veränderte, könnten funktionelle Störungen innerhalb der Zellverbindungen eine Rolle spielen. Die Studie liefert damit erste Hinweise auf einen möglichen mechanistischen Zusammenhang zwischen EMP-Einwirkung und BHS-Störung.
Gökçek-Saraç et al. (2021) ‚Possible effects of different doses of 2.1 GHz electromagnetic radiation on learning, and hippocampal levels of cholinergic biomarkers in Wistar rats‘ ElektromogReport 2-2022	Männlichen Ratten, Bestrahlung mit elektrischem Feld von 45 V/m bzw. 65 V/m für eine Woche mit 2,1 MHz (Modulation 217 Hz) durch Signalgenerator für 2 Stunden/Tag.	Signifikante Verminderungen in Verhaltenstests bei 65 V/m; Reduktion von ChAT, AChE, VACHT sowie deren mRNA-Expressionen im Hippocampus.	Mobilfunkstrahlung beeinträchtigt im Tierversuch Hippocampus-Funktionen (Aktivität, Morphologie, Verhalten), Lernen und Gedächtnis nach Exposition messbar gestört, cholinerges System im Hippocampus spielt zentrale Rolle bei kognitiven Prozessen, erstmals Nachweis dosisabhängiger Effekte kurzzeitiger 2,1-GHz-Exposition auf Verhalten und cholinerge Biomarker (AChE, ChAT, VACHT + mRNA).
Guo et al. (2020) ‚Electromagnetic activity: a possible player in epilepsy‘ ElektromogReport 2-2022	Systematische Review, aufbauend auf einer Literaturrecherche in PubMed, Medline und EMBASE.	Geomagnetische Stürme erhöhen bei Tieren epileptische Anfälligkeit, Einfluss auf Menschen unklar; rTMS kann Anfälle auslösen oder reduzieren (bis 50 %); EEG u. Schumann-Resonanz: Frequenzüberlappung (8-13 Hz) stabilisiert Hirnaktivität; Epileptiker zeigen nach GSM-Exposition stärkere Alpha-Kohärenz als Gesunde; Hinweis auf höhere neuronale Synchronisation und Empfindlichkeit.	Es sollte erforscht werden, ob elektromagnetische Aktivität die Epilepsie oder Anfallschwelle beim Menschen beeinflusst, da bisher nur wenige Daten vorliegen. Trotz erster positiver Hinweise zu rTMS sind weitere, methodisch fundierte Studien nötig, um deren Sicherheit und Langzeitwirkung zu belegen.

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
Hasan et al. (2022) 'Effect of 2400 MHz mobile phone radiation exposure on the behavior and hippocampus morphology in Swiss mouse model' ElektromogReport 1-2022	30 Mäuse in 3 Gruppen; 60 Tage Bestrahlung mit 2400 MHz (40/60 min täglich, SAR 2,7 W/kg); freie Bewegung, keine weiteren Geräte; Strahlung per Huawei-Telefon, konstant überwacht.	Signifikanter Anstieg ängstlichen Verhaltens bei bestrahlten Mäusen (v. a. 60 min/d), drastischer Zellverlust im Hippocampus, Gyrus dentatus, degenerative Zellveränderungen, weniger lebende Pyramiden- und Granulazellen, mehr dunkle, degenerierte Zellen nach längerer Bestrahlung; Hinweis auf neurodegenerative Effekte.	2400 MHz-Bestrahlung führte zu deutlich ängstlicherem Verhalten und geschädigten Hippocampuszellen (v. a. CA1–CA3, Gyrus dentatus). Die Strahlung beeinträchtigte besonders Pyramiden- und Granulazellen. Mögliche Folge: langfristige kognitive Einschränkungen.
He et al. (2024) 'The role of digital device use on the risk of migraine: a univariable and multivariable Mendelian randomization study' ElektromogReport 3-2022	Auswertung genetischer/gesundheitlicher und Selbstauskunftsdaten von über 380.000 UK-Biobank-Teilnehmenden zur Nutzung digitaler Geräte (z. B. Handy, TV, Computer, Videospiele), verglichen mit Migräne-Daten aus zwei großen Kohorten (FinnGen & IHC). Mithilfe univariabler und multivariabler Mendelscher Randomisierung wurde der kausale Zusammenhang zwischen digitaler Gerätenutzung und Migränrisiko untersucht, unter Berücksichtigung möglicher Störfaktoren wie Schlaf, Blutdruck und Depression.	Mobiltelefonnutzung und Fernsehkonsum waren signifikant mit einem erhöhten Risiko für Migräne insgesamt und Migräne ohne Aura (MO) assoziiert. Kein Zusammenhang zeigte sich mit Migräne mit Aura (MA). Computernutzung und Computerspiele standen tendenziell in negativer Verbindung zu MO. Drei mobilfunkbezogene SNPs betrafen Gene mit bekannter Funktion (PHLP2, ARPP21, FOXP2).	Frühere Beobachtungsstudien zeigen eine mögliche Verbindung zwischen übermäßiger Nutzung elektronischer Geräte und Migräne. Eine Meta-Analyse bestätigte einen positiven Zusammenhang zwischen Mobiltelefonnutzung und Migräne-Risiko. Mögliche Ursachen sind die Exposition gegenüber blauem Licht (TV) und elektromagnetischer Strahlung (Handy), die visuelle Reize verstärken, den Schlaf stören und das Nervensystem beeinflussen können. Auch oxidativer Stress und gestörter Neurotransmitter-Stoffwechsel könnten eine Rolle spielen. Die Mechanismen gelten als komplex und erfordern weitere Forschung.
Hinrikus et al. (2021) 'Threshold of radiofrequency electromagnetic field effect on human brain' ElektromogReport 1-2022	Review, Analyse von 76 hochwertigen Studien von 2007-2021 zu Auswirkungen von HF-EMF auf Gehirnaktivität (z. B. EEG, PET), EMF-Portal-Datenbank.	HF-EMF-Exposition beeinflusste laut 76,7 % der Ruhe-EEG-Studien vor allem Alpha-Band, teils auch Beta-, Gamma- und Theta-Aktivitäten. Schlaf-EEG-Studien zeigten zu 41,7 % Effekte. PET-Scans belegten Veränderungen des Glukosestoffwechsels in antennenahen Hirnbereichen. Höhere SAR-Werte führten zu stärkeren EEG-Veränderungen, wirksam war bereits eine Feldstärke ab 2,45 V/m.	Veränderungen im EEG (v. a. Alpha-, Beta-, Gamma-Bänder, erhöhte Komplexität) traten in vielen Studien nach HF-EMF-Exposition auf und ähneln Mustern, wie sie auch bei Depression beobachtet werden. Nur ein Teil der Personen reagierte empfindlich (13-31 %). Kognitive Leistungen blieben unbeeinflusst, EEG-Veränderungen hingegen traten häufig auf. Die geringste wirksame Feldstärke lag bei 2,45 V/m – typisch für Handy- oder WLAN-Nutzung.

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
Hinrikus et al. (2022) 'Possible health effects on the human brain by various generations of mobile telecommunications of 5G impact' ElektromogReport 4-2022	Review: Auswertung 73 experimenteller Studien der letzten 15 Jahre nach möglichen Wirkmechanismen und Einflussfaktoren (EMF-Portal), eingeteilt in EEG, Schlaf, Kognition und Hirnstoffwechsel.	Wenige Studien mit quantitativen Ergebnissen; viele nur beobachtete Effekte, Tendenz: Höhere Modulationsfrequenz → geringerer Effekt, Ursache vermutet in dielektrischer Polarisierung durch externe elektrische Felder, thermische Effekte bei hoher, nicht-thermische Effekte bei niedriger Feldintensität, Orientierungspolarisation durch Wassermoleküle nimmt mit Frequenz ab, wirksame Gehirnfrequenzen laut Theorie: 14-40 Hz; ab 1000 Hz keine Effekte beobachtet.	Es gibt zwar zahlreiche Studien zu HF-EMF-Effekten von 2G, 3G und 4G (450-2500 MHz), aber kaum Daten zu 5G und Frequenzen über 2500 MHz. Bisher zeigen sich keine konsistenten Wirkungen in Abhängigkeit von der Mobilfunkgeneration. Bei 5G unter 10 GHz werden keine größeren Unterschiede zu früheren Standards erwartet – aufgrund der geringeren Eindringtiefe höherer Frequenzen könnten die Effekte sogar schwächer ausfallen. Für Frequenzen über 10 GHz fehlen jedoch sowohl experimentelle als auch theoretische Grundlagen, was künftige Risiken schwer abschätzbar macht und den dringenden Bedarf an Forschung unterstreicht.
Hu et al. (2021) 'Effects of Radiofrequency Electromagnetic Radiation on Neurotransmitters in the Brain' ElektromogReport 4-2022	Analyse 40 experimenteller Studien aus PubMed zu Hochfrequenzstrahlung: 21 zur kurzfristigen, 19 zur langfristigen Wirkung auf Neurotransmitter.	HF-Strahlung beeinflusst mehrere Neurotransmitter (z. B. Dopamin, Serotonin, GABA, Acetylcholin), Effekte unabhängig von Kurz- oder Langzeitexposition, Stoffwechselstörungen, Rezeptorveränderungen, kognitive Defizite, mögliche Mechanismen: elektrische Hirnaktivität, Ca^{2+} -Haushalt, Apoptose, Membranveränderung.	Bewertung von Hochfrequenzwirkungen auf Neurotransmitter ist schwierig, da Studien uneinheitlich sind und die Botenstoffe eng miteinander verknüpft agieren. Eine mögliche Erklärung für beobachtete Veränderungen ist ein durch Hochfrequenzstrahlung erhöhter intrazellulärer Kalziumspiegel und vermehrte ROS-Bildung, die Zellfunktionen stören und ein Neurotransmitter-Ungleichgewicht verursachen können.
Iranfar et al. (2025) 'Modulation of brain functional connectivity in healthy young adults following GSM radiofrequency exposure: A magnetoencephalography and magnetic resonance imaging study' ElektromogReport 1-2026	32 gesunde Erwachsene wurden in zwei Sitzungen getestet und jeweils 25 min mit 900 MHz-Mobilfunk (GSM, 0,7 W/kg) oder einem Scheingerät am linken Ohr exponiert; die Hirnaktivität wurde vor und nach der Befeldung mit MEG gemessen.	Durch Mobilfunkexposition: Signifikant veränderte Zusammenarbeit zwischen mehreren Gehirnbereichen der rechten Hemisphäre; drei Verbindungen mit verminderter Synchronisation, vor allem im Alpha-Bereich (Ruhe, Aufmerksamkeit, Sinnesverarbeitung).	Die Autoren mutmaßen, dass die Mobilfunkstrahlung die neuronale Aktivität im Ohr beeinflussen kann, da die auditive Verarbeitung weitestgehend kontralateral (auf der gegenüberliegenden Seite des Mobiltelefons, welches sich am linken Ohr befindet) erfolgt.
Jing et al. (2024) 'Multi-frequency electromagnetic radiation induces anxiety in mice via inflammation in the cerebral cortex' ElektromogReport 3-2024	Männliche Mäuse, täglich 2 Stunden (je 40 Minuten/Frequenz) über 4 Wochen mit HF-EMF 0,9/1,5/2,65 GHz bestrahlt, Ganzkörper SAR-Wert 4,0 W/kg.	Signifikant erhöhtes angstähnliches Verhalten, GABA-, Dopamin- und Serotoninkonzentrationen deutlich reduziert, vermehrt entzündliche Zellen, begleitet von erhöhter Expression proinflammatorischer Marker.	Hochfrequenzbefeldung mit verschiedenen Frequenzen löste bei Mäusen angstähnliche Reaktionen aus, vermutlich bedingt durch eine gestörte Neurotransmitter-Homöostase und entzündliche Prozesse über den CREB-BDNF-TrkB-Signalweg. Gleichzeitig wurden proinflammatorische Signale angeregt und antiinflammatorische gehemmt, was zu einer milden, aber signifikanten Entzündung der Großhirnrinde führte.

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
Karimi et al. (2018) '2.45 GHz microwave radiation impairs learning, memory, and hippocampal synaptic plasticity in the rat' ElektromogReport 1-2019	11 Ratten 40 Tage lang täglich 2 Stunden mit 2,45 GHz WLAN-Strahlung bestrahlt.	Die Mikrowellenstrahlung führte zu Defiziten im Lernverhalten sowie dem räumlichen Erinnerungsvermögen der Versuchstiere. Die elektrophysiologische Studie ergab eine verminderte Reizbarkeit der CA1-Pyramidalneuronen des Hippocampus nach Bestrahlung.	2,45 GHz Mikrowellenstrahlung eines WLAN-Geräts verschlechtert das räumliche Erinnerungsvermögen sowie Lernverhalten von Ratten. Mögliche Ursache: verminderte Reizbarkeit von pyramidalen Neuronen des Hippocampus und negative Beeinflussung der Langzeitplastizität der Neuronen.
Khayat 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' ElektromogReport 1-2026	Schwangere Wistar-Ratten wurden während der Trächtigkeit mit 900 MHz Mobilfunkstrahlung exponiert; nach der Geburt wurden die männlichen Nachkommen in vier Gruppen getestet (Sham, EXP, HI, HI/EXP).	Die Kombination aus HI und Befeldung (HI/Exp) führte zu signifikant größeren Infarkten, stärkeren Ödemen, schlechteren sensomotorischen Leistungen und schlechteren molekularen Markerwerten (außer MMP-2) im Vergleich zu reiner HI.	Pränatale Mobilfunkbelastung verschlechtert die Prognose bei Hypoxie-Ischämie. Die Befeldung beeinflusst die MMP-Expression und führt vermutlich zu einer erhöhten MMP-9-Aktivität, die die Blut-Hirn-Schranke schwächt. Dadurch werden Entzündung, oxidativer Stress und Immunzellinfiltration begünstigt, was Hirnödeme und ischämische Schäden verstärkt.
Kim et al. (2016) 'Long-term exposure to 835 MHz RF-EMF induces hyperactivity, autophagy and demyelination in the cortical neurons of mice' ElektromogReport 3-2019	12 männliche Mäuse (6 Wochen alt), 5 Stunden täglich über 12 Wochen mit 835 MHz und einem Ganzkörper-SAR-Wert von 4,0 W/kg bestrahlt.	Hinweis auf Hyperaktivität, Hochregulierung von Autophagie-Genen, erhöhte Autophagie-Proteine, Autophagosomen und Autolysosomen in Kortex-Neuronen, Schäden an Neuronen der Hirnrinde trotz fehlender Apoptose, defekte Myelinscheiden: ausgefranste Lamellenstruktur, untypische Myelinvorsprünge.	Die Daten der Studie weisen darauf hin, dass Autophagie als Schutzmechanismus vor dem durch Bestrahlung verursachten zellulären Stress fungiert, was ein mögliches Absterben der Zellen auf Grund der Strahlung verhindert. Die Daten zeigen weiterhin, dass die Myelinscheide durch HF-EMF beschädigt wurde, was mit multipler Sklerose assoziiert ist.
Kim et al. (2021) 'Exposure to RF-EMF alters postsynaptic structure and hinders neurite outgrowth in developing hippocampal neurons of early postnatal mice' ElektromogReport 3-2021	In vivo: Neugeborene Mäuse 28 Tage lang mit 1850 MHz, 4W/kg, 5h täglich bestrahlt; Analyse der Hippocampi. In vitro: Hippocampusneuronen 9 Tage lang mit 1760 MHz, 4 W/kg bestrahlt.	In vivo: weniger dendritische/pilzförmige Dornen, reduzierte AMPA-/NMDA-Rezeptoren und BDNF. In vitro: PSD95, Glutamatrezeptoren und BDNF im Soma vermindert, Dendriten verkürzt/verzweigt, Zellkörpergröße konstant.	Hochfrequenzbelastung während der frühen Hirnentwicklung kann Synapsenbildung im Hippocampus stören durch reduzierte dendritische Dornen, weniger Glutamatrezeptoren und verringertes BDNF. Dies könnte die Gedächtnisfunktion beeinträchtigen.
Kim et al. (2024) 'Exposure to Radiofrequency Induces Synaptic Dysfunction in Cortical Neurons Causing Learning and Memory Alteration in Early Postnatal Mice' ElektromogReport 4-2024	Neugeborene Mäuse, täglich 5 Stunden über 4 Wochen, ab dem 1. Tag nach der Geburt, kontinuierlich bestrahlt mit 1850-MHz-Hochfrequenzwellen ohne Frequenzmodulation, Ganzkörper-SAR-Wert von 4 W/kg.	Signifikante Reduktion dendritischer Dornenfortsätze sowie eingeschränkte Dendriten- und Neuritenentwicklung. Deutlich verminderte Expression synapsenrelevanter Gene sowie des Entwicklungsproteins CDK5 im präfrontalen Kortex -> signifikante Beeinträchtigung des räumlichen Lernens und Gedächtnisses.	Die Ergebnisse weisen auf ein gesundheitsschädliches Potenzial im Hinblick auf neurologische Entwicklungsstörungen wie Autismus-Spektrums-Störung hin.

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
Kim et al. (2026) 'Electromagnetic field-inducible in vivo gene switch for remote spatiotemporal control of gene expression' ElektrosmogReport 2-2026	Murine Hirnzellen und transgene Mäuse wurden mit ELF-EMF (2,0 mT; 60 Hz) exponiert, keine Angabe der Expositionsdauer.	EMF aktivierten den Gen-schalter präzise und raum-zeitlich steuerbar. Cyb5b fungiert als EMF-Sensor; die Aktivierung erfolgt über rhythmische Ca^{2+} -Oszillationen, die das EMF-induzierbare Element einschalten. In vivo wurden OSK zur partiellen Verjüngung, mutiertes APP zur Alzheimer-Modellierung und Tph2 zur Wiederherstellung der Serotonin-Aktivität gezielt durch EMF induziert.	Die Studie liefert erstmals einen molekular verifizierten Mechanismus, über den EMF spezifische Genexpressionsveränderungen auslösen können. Cyb5b und spannungsgesteuerte Kalziumkanäle vermitteln die EMF-Antwort über charakteristische Kalziumoszillationen, die als biologischer Frequenzcode wirken. Die Ergebnisse zeigen, dass niederfrequente EMF Genexpression verändern können und widerlegen das thermische Dogma. Die Datenlage legt nahe, dass bestehende Grenzwertmodelle unzureichend sind und überarbeitet werden müssen.
Kizilçay et al. (2024) 'Effects of 1800 MHz and 2100 MHz mobile phone radiation on the blood-brain barrier of New Zealand rabbits' ElektrosmogReport 1-2025	Weibliche Kaninchen, 38 Minuten innerhalb eines Metallkäfigs zur Minimierung externer Interferenzen, einmalige Hochfrequenzbefeldung mit 1800 MHz bzw. 2100 MHz GSM bei 15 dBm.	Erhöhte Durchlässigkeit der Blut-Hirn-Schranke (BHS) festgestellt. Beide Frequenzgruppen zeigten gesteigerte Evans-Blue-Konzentrationen im Hirngewebe, die 2100-MHz-Gruppe statistische Signifikanz. Deutlicher Unterschied in der Absorption bei 620 nm zwischen linker und rechter Gehirnhälfte.	Bereits die einmalige Befeldung unter nicht-thermischen Bedingungen mit einer Hochfrequenzintensität ca. zehnmal niedriger als der „Normalwert“ führte bei 2100 MHz zu einer erhöhten Durchlässigkeit der BHS. Die beobachtete erhöhte Permeabilität der BHS könnte verschiedene neurologische Erkrankungen wie z.B. Alzheimer, Schlaganfälle und multiple Sklerose begünstigen.
Kumar et al. (2020) 'Effect of mobile phone signal radiation on epigenetic modulation in the hippocampus of Wistar rat' ElektrosmogReport 3/4-2020	Männliche Wistar-Ratten über 1, 3, 6 Monate mit 900, 1800 und 2450 MHz bestrahlt.	Die Bestrahlung führte zu frequenz- und zeitabhängig erhöhter EHMT1-Expression und Histon-Methylierung sowie verminderter DNMT1-Expression und Cytosin-Methylierung der DNA. Die stärksten Veränderungen traten bei 2450 MHz nach 6 Monaten auf.	Die Ergebnisse können Hinweise auf Beeinträchtigung der Hirnleistung geben und zur Bestimmung des Gesundheitsrisikos der Mobilfunkstrahlung und für die Festlegung von Richtlinien für die Politik dienen.
Lai et al. (2023) 'Hippocampal ferroptosis is involved in learning and memory impairment in rats induced by microwave and electromagnetic pulse combined exposure' ElektrosmogReport 4-2023	197 Ratten, 4 Gruppen, 15-minütige Ganzkörperbestrahlung mit Mikrowellen (MW, 1,5 GHz, 30 mW/cm ²) und/oder elektromagnetischen Pulsen (EMP, 400 ± 25 kV/m).	Körpertemperaturanstieg bei MW & MW+EMP, Verhaltensänderung nach 6 h bei MW+EMP, ab Tag 1 bei allen Gruppen; EEG- α -Aktivität am Tag 1 bei allen Gruppen gesenkt; Hippocampuschäden in Mikro- und Ultrastruktur, v. a. bei MW+EMP; kombinierte Exposition (MW+EMP) zeigte insgesamt die ausgeprägtesten biologischen Effekte.	Sowohl einzeln als auch kombiniert können MW und EMP Hippocampuszellen schädigen und die Lernfähigkeit und das Erinnerungsvermögen beeinträchtigen; die Kombination beider Anwendungen führt zu schwereren Schäden. Ferroptose im Hippocampus könnte ein allgemeiner Mechanismus sein, der durch oxidativen Stress hervorgerufen wird und der Lernen und Gedächtnis beeinträchtigt.

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
Lameth et al. (2017) 'Acute Neuroinflammation Promotes Cell Responses to 1800 MHz GSM Electromagnetic Fields in the Rat Cerebral Cortex' ElektrosmogReport 2-2019	Untersuchung junger/erwachsener männlicher Ratten auf Entzündungsreaktionen nach LPS-Injektion und/oder einmaliger 1800 MHz-Bestrahlung, mit Analyse der Genexpression und Entzündungsmarker nach 24 h.	Strahlung senkt Entzündungs-marker [...] reduzierte AMPA-Rezeptor-Phosphorylierung.	Die Daten zeigen, dass eine einmalige Exposition gegenüber GSM1800-MHz-Feldern (2,9 W/kg) vorübergehend entzündliche Genaktivität im Gehirn von Ratten verändert und Mikrogliazellen aktiviert, was sich auf neuronale Signalweiterleitung auswirkt.
Lameth et al. (2025) 'Repeated Head Exposures to a 5G-3.5 GHz Signal Do Not Alter Behavior but Modify Intracortical Gene Expression in Adult Male Mice'	Erwachsene männliche C57BL/6-Mäuse wurden 6 Wochen lang, 1 h/Tag, 5 Tage/Woche einem 5G-3,5 GHz-Signal ausgesetzt (Dipolantenne 5 mm vom Kopf). Kopfexposition asymmetrisch; SAR rechts 0,43 W/kg, links 0,14 W/kg, gesamtes Gehirn 0,19 W/kg.	Im Kortex signifikante Genmodulationen: rechts 77 DEGs, links 84 DEGs (<1% aller Gene). Rechts deutliche Hochregulation mitochondrialer OXPHOS-Gene; rechts und links Anreicherung von glutamatergen Synapsen-Genen.	Chronische 5G-Exposition verändert intrakortikale Genexpression, insbesondere Gene der glutamatergen Neurotransmission und der mitochondrialen Energieproduktion, ohne messbare Effekte auf Verhalten oder Gedächtnis. Die Genreaktion hängt nicht linear vom SAR-Wert ab und zeigt biologische Aktivität trotz nicht-thermischer Exposition.
Laván et al. (2025) 'Review of the evidence on the influence of Wi-Fi 2.4 GHz radiation on oxidative stress and its possible relationship with Alzheimer's disease' ElektrosmogReport 4-2025	Systematische Literaturrecherche nach PRISMA-Richtlinien zu Studien mit 2,4-GHz-EMF-Exposition und deren Einfluss auf Genexpression, oxidativen Stress, DNA-Reparatur, Stoffwechsel und Alzheimer-assoziierte Gene.	Die Auswertung von 49 Studien zeigt, dass 2,4-GHz-WLAN Gene beeinflusst, die für DNA-Replikation, Reparatur, Stoffwechsel und zelluläre Homöostase wichtig sind, und dass die Exposition Prozesse betrifft, die sowohl oxidativen Stress als auch Alzheimer-relevante Mechanismen berühren.	Veränderungen Alzheimer-relevanter Gene könnten durch oxidative Stressmechanismen verstärkt werden. Da oxidativer Stress eine zentrale Rolle bei neuronaler Schädigung spielt, wird ein möglicher indirekter Zusammenhang als forschungsrelevant eingestuft und sollte weiter untersucht werden.
Li et al. (2021) '1800 MHz Radiofrequency Electromagnetic Irradiation Impairs Neurite Outgrowth With a Decrease in Rap1-GTP in Primary Mouse Hippocampal Neurons and Neuro2a Cells' ElektrosmogReport 1-2022	In-vitro-Studie an Mausneuronen (primär & Neuro2a), Doppelblinddesign, 1800 MHz GSM-Exposition (SAR 4 W/kg), max. 48 h Befeldung im 5/10-Minuten-Intervall. Untersucht wurden Zellüberleben, Neuritenwachstum, Proteinexpression und -aktivität.	Zellüberleben: nicht beeinträchtigt, Neuritenwachstum nach 48 h Bestrahlung deutlich reduziert, Rap1-Expression: unverändert, aber aktive Form (Rap1-GTP) vermindert, p-MEK1/2: ebenfalls reduziert, Rap1-Überexpression: verhindert Wachstumsstörung.	Die Studie zeigt: 1800 MHz-Hochfrequenz kann das Neuritenwachstum stören, wahrscheinlich über eine verminderte Aktivierung des Rap1-Signalwegs. Die Wiederherstellung durch aktives Rap1 deutet auf dessen Schlüsselrolle hin. Besonders kritisch: mögliche Entwicklungsstörungen bei Kindern – der Einfluss auf das unreife Gehirn verdient große Beachtung.

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
Mevisen et al. (2021) ‚Gibt es Hinweise auf vermehrten oxidativen Stress durch elektromagnetische Felder?‘ ElektromogReport 1-2021	Analyse von rund 150 experimentellen Tier- und Zellstudien (2010-2020) zu nieder- und hochfrequenten elektromagnetischen Feldern (50 Hz–2,5 GHz). Fokus: oxidativer Stress, DNA-Schäden, Kalziumeinstrom und Beeinträchtigungen des Nervensystems, der Fortpflanzung und des Immunsystems – selbst bei Feldstärken unterhalb geltender Grenzwerte.	Oxidativer Stress, erhöhte ROS-Bildung, DNA-Schäden und Funktionsstörungen an Nerven-, Immun- und Fortpflanzungssystemen, teils auch bei schwacher Feldstärke und unterhalb der Grenzwerte.	Die Mehrzahl der Tierstudien und mehr als die Hälfte der Zellstudien liefern Hinweise auf vermehrten oxidativen Stress durch HF-EMF und NF-MF und dass bei sehr jungen und alten sowie vorgeschädigten Menschen (Immunschwäche, Diabetes, neurodegenerative Erkrankungen) vermehrt gesundheitliche Schädigungen auftreten können.
Narayanan et al. (2019) ‚Radiofrequency electromagnetic radiation-induced behavioral changes and their possible basis‘ ElektromogReport 1-2020	Analyse von 73 Studien: verhaltensbezogene, histologische und biochemische Untersuchungen an Ratten und Mäusen im Zusammenhang mit hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung.	92% der Studien: verändertes Angstverhalten. 80% der Studien: verminderte Bewegung nach Bestrahlung. 96% der Studien: Wirkungen auf Gehirnregionen (z.B. Hippocampus, Amygdala), Effekte: neuronale Degeneration, Neuronenverlust, Apoptose, Zellkernverformung. 67% der Studien: Beeinträchtigung der Gliazellen. 100% der Studien: Auswirkungen auf Neurotransmitter (z.B. Ungleichgewicht im Thalamus).	Die Autoren sehen in kombinierten Effekten in mehreren Hirnregionen eine mögliche Ursache der beobachteten Verhaltensänderungen und nennen folgende Mechanismen: ROS-Erhöhung und Zellmembranschädigung. DNA-Strangbrüche → Apoptose durch ROS. Kalziumungleichgewicht → Dendritenumbau/Zelltod. Entzündungsprozesse → Nekrose. Veränderte Gliazell-Physiologie. Neurotransmitter-Ungleichgewicht in Hirnregionen.
Narayanan et al. (2025) ‚Possible effects of radiofrequency electromagnetic radiation on contextual fear conditioning, hippocampal perivascular space, apoptosis and adrenal gland microarchitecture in rats‘ ElektromogReport 2-2025	Ratten, 4 Wochen lang, 1 h/Tag mit 900 MHz GSM bestrahlt, SAR: 1,15 W/kg.	Hyperaktivität und angstähnliches Verhalten; Gedächtnis signifikant beeinträchtigt; vergrößerte perivaskuläre Räume im Hippocampus; Trends bei Apoptose in CA3; histologische Veränderungen in Zona fasciculata.	Die Studie legt nahe, dass die chronische, nicht-thermische Mobilfunkbefeldung zu signifikanten Veränderungen des Angstgedächtnisses führte. Dies ging einher mit strukturellen Veränderungen des Hippocampus und der Nebennierenrinde.
Nilsson, Hardell (2026) ‚Increasing numbers of persons with sleeping problems in Sweden‘ ElektromogReport 2-2026	Auswertung des schwedischen Patientenregisters 2001-2024 für ambulante Hauptdiagnosen G47 (organische Schlafstörungen) und F51 (nicht-organische Schlafstörungen), analysiert in fünf Alterskohorten pro 100.000 Einwohner.	G47-Diagnosen nahmen in allen Altersgruppen stark zu, am stärksten bei 5-19-Jährigen (17-facher Anstieg). Auch Kleinkinder, junge Erwachsene, ältere Erwachsene und Senioren zeigten deutliche Zuwächse. Der Anstieg beschleunigte sich nach 2009. F51 blieb unverändert.	Die Autoren sehen eine bevölkerungsweite Zunahme klinisch diagnostizierter Schlafstörungen, die zeitlich mit dem Ausbau der Mobilfunkinfrastruktur und der steigenden Endgerätnutzung zusammenfällt. Als mögliche Ursachen werden Mobilfunkwirkungen auf die Gehirnaktivität sowie die melatoninunterdrückende Wirkung von Bildschirm-Blaulicht diskutiert. Der Anstieg wird nicht durch eine höhere Meldequote erklärt; weiterführende Studien werden gefordert.

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
Othmann et al. (2021) 'Exposure to 2.45 GHz radiation triggers changes in HSP-70, Glucocorticoid Receptors and GFAP biomarkers in rat brain' ElektromogReport 3-2021	Weibliche Ratten, drei Gruppen: Gruppe A und B: einmalige 30-minütige 2,45 GHz-Bestrahlung, Tötung nach 90 Minuten (A) bzw. 24 Stunden (B); Gruppe C: an 10 Wochentagen je 30 Minuten bestrahlt und 90 Minuten nach letzter Exposition getötet. SAR: 0,04-0,08 W/kg, Ausschluss thermischer Effekte.	Gruppe C: signifikant erhöhte Werte von HSP-70 und GCR im limbischen Cortex, während GFAP hier sowie im Hippocampus und Hypothalamus signifikant verringert war. Gruppe A, B: nicht-signifikante oder reduzierte Werte.	Vermutlich führt wiederholte Hochfrequenzexposition mit 2,45 GHz zu einer Dysregulation von HSP-70 und GCR, was einen chronischen Stresszustand auslösen könnte, der entzündungshemmende Reaktionen abschwächt, ohne jedoch die Gliazellteilung anzuregen.
Popovičová et al. (2024) 'Effect of microwave radiation on adult neurogenesis and behavior of prenatally exposed rats' ElektromogReport 2-2025	Ratten Muttertiere während Trächtigkeit mit 2,45 GHz gepulstem EMF, 2 h/Tag befeldet, SAR 1,73 W/kg.	Juvenile Tiere: Neurogenese durch vermehrte Zellproliferation, erhöhten Zelltod und reduzierte nitrgergische Neuronen mit Reifungsverzögerung. Adulte Tieren: verringerte Zellproliferation, erhöhter Zelltod im RMS, reduzierte nitrgergische Neuronen, Angstreduktion und gesteigerte Aktivität.	Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine pränatale WLAN-Befeldung langfristige Störungen der postnatalen Neurogenese verursachen kann – mit biphasischem Muster der Zellteilung, persistent erhöhtem Zelltod im RMS sowie Verhaltensänderungen, die mit Neurogeneseveränderungen korrelieren. Analogien zu ADHS-ähnlichem Verhalten und Relevanz angesichts ubiquitärer Hochfrequenzbelastung.
Qin et al. (2022) 'Effects of radiofrequency field from 5G communications on the spatial memory and emotionality in mice' ElektromogReport 4-2022	Adulte Mäuse, 21 Tage, täglich 1 h bestrahlt, 4,9 GHz bei 50 W/m ² .	Erhöhte Immobilität im Schwanzaufhängungstest → Hinweis auf depressive Verhaltensmuster. Signifikant erhöhte NSE und S100B im Blut → neuronale Schädigung. Amygdala: strukturelle Schäden und reduzierte Neuronenzahl, Deutliche Hinweise auf Pyroptose.	5G-Strahlung verursachte kein Angstverhalten oder Gedächtnisdefizite, deutliches depressionsähnliches Verhalten im Schwanzaufhängungstest, Gewebearanalysen zeigen Neuronenverlust und Pyroptose in der Amygdala, vermutlich stehen die veränderten Emotionen der Tiere mit Veränderungen der Neuronen in der Amygdala in Verbindung.
Sharma & Shukla (2020) 'Effect of Electromagnetic Radiation on Redox Status, Acetylcholine Esterase Activity and Cellular Damage Contributing to the Diminution of the Brain Working Memory in Rats' ElektromogReport 4-2022	Wistar-Ratten, 1-4 h/Tag über 90 Tage bestrahlt: 900 MHz, SAR im Gehirn 0,231 W/kg, Leistungsdichte: 7,737 μ W/m ² .	Arbeitsgedächtnis signifikant verschlechtert (dosisabhängig), erhöhter oxidativer Stress im Hippocampus, reduzierte Aktivität von Redox-Enzymen und Acetylcholines-terase, Nachweis von DNA-Strangbrüchen, neuronale Degeneration im Hippocampus, klare Dosis-Wirkungs-Beziehung in allen Parametern.	Hochfrequenzstrahlung führt beim Tiermodell zu oxidativem Stress, reduzierter Acetylcholinesterase-Aktivität und neuronaler Degeneration im Hippocampus, mit daraus folgender Gedächtnisverschlechterung.

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
Singh et al. (2020) 'Effect of mobile phone radiation on oxidative stress, inflammatory response, and contextual fear memory in Wistar rat' ElektrosmogReport 2-2020	6 Wochen alte Wistar-Ratten wurden mit 3G-Handy (1915 MHz, 4,0 mW/cm ² , SAR 0,36 W/kg) bestrahlt.	Im Hippocampus erhöhte ROS, oxidierte Lipide/Proteine und verringerte antioxidative Kapazität, proinflammatorische Cytokine, ACTH und CORT im Serum signifikant erhöht, Hypertrophie der Nebennierenrinde, Angstgedächtnis unbeeinträchtigt.	Mobilfunkstrahlung kann oxidativen Stress, Immunreaktionen und eine Dysregulation der HHN-Achse (Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse) auslösen. Trotz erhöhter Cytokine und Stresshormone blieb das Angstgedächtnis unverändert, vermutlich durch kompensierende oder adaptive Prozesse.
Singh et al. (2021) 'A novel pilot study of automatic identification of EMF radiation effect on brain using computer vision and machine learning' ElektrosmogReport 2-2021	Drosophila wurden 5 Tage lang, je 12 h/Tag mit 2400 MHz Hornantenne bestrahlt (29 mW/m ²); Gehirne wurden mikroskopisch erfasst und per Computer-Vision ausgewertet.	Signifikante Veränderungen in der Gehirnstruktur bei bestrahlten Fliegen, insbesondere in Form (Exzentrizität) und Gleich-mäßigkeit der Fläche (eulersche Zahl). Hinweise auf morphologische Schädigungen, auf Veränderungen in der inneren Gewebestruktur und auf konsistente, messbare Effekte elektromagnetischer Felder auf das Gehirngewebe.	Die Pilotstudie zeigt, dass elektromagnetische Felder (EMF) messbare morphologische Veränderungen im Gehirn von Drosophila-Fliegen verursachen können. Mithilfe automatisierter Bildanalyse wurden Formveränderungen und eine erhöhte „Löchrigkeit“ der Gehirnstruktur festgestellt – beides Hinweise auf strukturelle Schädigungen.
Singh et al. (2023) 'Acute radiofrequency electromagnetic radiation exposure impairs neurogenesis and causes neuronal DNA damage in the young rat brain' ElektrosmogReport 3-2023	26 5-wöchige männliche Wistar-Ratten einmalig für 8h mit puls-modulierter 2115-MHz-Hochfrequenz befeudet; SAR-Wert im Kopf 1,51 W/kg.	Signifikanter Anstieg von freien Radikalen; signifikante DNA-Schäden im Cortex und Hippocampus; Zellteilung im Gyrus dentatus des Hippocampus signifikant verringert; signifikant erhöhte Degeneration von Neuronen im DG.	Die Tierstudie deutet auf potenziell schädliche Wirkungen von Hochfrequenzstrahlung auf das Gehirn hin, ist jedoch nur eingeschränkt auf den Menschen übertragbar. Die Ergebnisse können nach weiterer Validierung eine mögliche Grundlage zur Entwicklung von Schutzmaßnahmen für den Menschen bieten.
Sousouri et al. (2025) '5G Radio-Frequency-Electromagnetic-Field Effects on the Human Sleep Electroencephalogram: A Randomized Controlled Study in CACNA1C Genotyped Healthy Volunteers' ElektrosmogReport 1-2025	Gesunde Erwachsene: in drei Nächten jeweils 30 Minuten vor dem Schlaf mit standardisierten 5G-EMF-Signalen bei 700 MHz oder 3,6 GHz exponiert; zusätzlich gab es eine Scheinexposition. Die Signale waren 12,5 Hz amplitudenmoduliert, SAR ≤ 2 W/kg, doppelblindes Cross-over-Design, nächtliche hd-EEG-Aufzeichnung.	Die 3,6-GHz-Exposition verursachte bei T/C-Genotypen eine deutliche Verschiebung der Schlafspindel-Mittelfrequenz zu höheren Werten in einem großflächigen EEG-Cluster (50/109 Kanäle). Auch 700 MHz zeigte eine leichte Frequenzverschiebung. Die Effekte waren genetisch abhängig; Verhalten und Schlafstadien änderten sich nicht.	Die Studie zeigt 5G-induzierte Veränderungen der Spindelspitzen-Komponenten im NREM-Schlaf-EEG, besonders bei 3,6 GHz und T/C-Genotypen. Die Autoren sehen Hinweise auf eine Beteiligung von L-Typ-Kalziumkanälen und halten einen zirkadianen Einfluss von HF-EMF für möglich; die Diskrepanz zwischen SAR-Verteilung und EEG-Effekten bleibt ungeklärt.
Sun et al. (2025) 'Brain Disease-Modifying Effects of Radiofrequency as a Non-Contact Neuronal Stimulation Technology' ElektrosmogReport 2-2025	Review: Narrative Übersicht zu HF-EMF-Wirkung auf das Gehirn; 2000-2025, inkl. Tier- und Humanstudien (z. B. Alzheimer-Modelle).	81 % der Studien zeigten Effekte; 88 % bei SAR ≤ 2 W/kg; positive (z. B. verbesserte Kognition) und negative (z. B. oxidativer Stress, EEG-Störung) Auswirkungen dokumentiert.	Hochfrequenzbefeldung könnte in der Lage sein kann, für eine Neurostimulation zu sorgen und verschiedene Gehirnaktivitäten zu beeinflussen.



Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
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 generations' ElektrosmogReport 1-2024	Ratten mit 2,45 GHz kontinuierlicher Hochfrequenz 12 Stunden pro Tag befeldet; SAR-Wert Gehirn (Erwachsene): 0,118 W/kg; vier Gruppen (nur Männchen befeldet, nur Weibchen befeldet, beide befeldet, Kontrolle); Befeldung über vier Generationen hinweg, beginnend vor der Befruchtung.	Schwerwiegende histopathologische Schäden (Einblutungen, Zellfehlordnung) bei weiblichen Föten und erwachsenen Weibchen; vaskuläre Veränderungen; MAPK-Signalweg (Mitogen-aktivierter Proteinkinase-Weg) war aktiviert, erhöhte Konzentrationen bestimmter phosphorylierter Proteine.	Befeldung mit kontinuierlichen 2,45-GHz-Wellen konnte signifikante Veränderungen von Schlüsselkomponenten des MAPK-Signalweges bei Ratten hervorrufen. Dieser Signalweg ist unter anderem an kognitiven Prozessen wie Lernen und Gedächtnis beteiligt. Auch eines der pathologischen Merkmale der Alzheimer-Krankheit wird durch die Befeldung verändert. Zudem werden histopathologische Veränderungen des Hirngewebes festgestellt.
Tarsaei et al. (2022) 'Effects of 2.45 GHz Non-Ionizing Radiation on Anxiety-Like Behavior, Gene Expression, and Corticosterone Level in Male Rats' ElektrosmogReport 4-2023	56 männliche Wistar-Ratten, 7 Tage (kurzfristig) bzw. 30 Tage (langfristig) je 1 Stunde täglich bestrahlt mit gepulster 2,45-GHz-HF, 4 mW/cm ²	Körpergewicht signifikant reduziert bei kurz- und langfristig befeldeten Tieren, erhöhtes Angstverhalten bei Kurzzeitbefeldung inkonsistente Verhaltensänderungen im offenen Feld, Corticosteron nach Kurzzeitbefeldung signifikant erhöht.	Die Resultate weisen darauf hin, dass die 2,45-GHz-Hochfrequenz in der Lage war, molekulare Stressreaktionen und Verhaltensänderungen hervorzurufen. Hochfrequenz könnte als externer Stimulus wirken, der die Aktivierung von Stressverwandten Genen verändern und eine Angstreaktion im Hippocampus von Ratten auslösen kann.
Tohidi et al. (2020) 'Long-term exposure to electromagnetic radiation from mobile phones can cause considerable changes in the balance of Bax/Bcl2 mRNA expression in the hippocampus of mice' ElektrosmogReport 3/4-2020	48 männliche Mäuse, 6 Gruppen, 30 Tage mit 900/1800 MHz täglich zwischen 0,5-4 h bestrahlt.	Die Bax-Expression war in allen Gruppen erhöht, am höchsten nach 2 h. Bcl2 war bei 2x4 h signifikant verringert. Das Bax/Bcl2-Verhältnis stieg mit Expositionsdauer, am höchsten bei 2x4 h täglich.	Aus den Ergebnissen kann man schließen, dass Mobilfunkstrahlung beträchtliche Veränderungen im Gleichgewicht der mRNA-Ausschüttung der Apoptose-Gene Bax und Bcl2 im Hippocampus von männlichen Mäusen hervorrufen kann.
Torkan et al. (2025) 'Effects of Mobile Electromagnetic Exposure on Brain Oscillations and Cortical Excitability: Scoping Review' ElektrosmogReport 3-2025	Scoping Review mit Suche in MEDLINE, PubMed, Web of Science und Scopus nach englischsprachigen Primärstudien an gesunden Erwachsenen; eingeschlossen wurden nur quantitative EEG- oder TMS-Messungen. Charakterisiert wurden Frequenz (0,45-3,5 GHz), Leistung/SAR, Expositionsdauer und Studiendesign. Insgesamt 80 Studien (78 EEG, 2 TMS), ausgewertet nach PRISMA.	Bei offenen Augen zeigten 22 von 33 EEG-Studien signifikante Veränderungen der Hirnwellen, bei geschlossenen Augen 35 von 48. Die Modifikationen waren heterogen, insgesamt wurden häufiger Steigerungen als Verringerungen der EEG-Amplitude dokumentiert, besonders im Alpha- und Beta-Band. Beide TMS-Studien berichteten signifikante Veränderungen der Erregbarkeit.	Die Autoren sehen Hinweise darauf, dass Mobilfunk neuronale Schwingungen und kortikale Erregbarkeit modulieren kann. Sie benennen große Forschungslücken, insbesondere zu aktuellen Risikobewertungen, nicht-thermischen Wirkungen und 5G-mm-Wellen. Als Limitationen werden die sehr geringe Zahl an TMS-Studien, die hohe Diversität der EEG-Parameter, fehlende Effektgrößen und unpräzise Probandencharakterisierung genannt. Empfohlen werden mehr 5G-Studien (v.a. mm-Wellen), bessere Differenzierung der Probanden und standardisierte experimentelle Parameter.

Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
Ullrich et al. (2021) 'Electromagnetic Fields and Calcium Signaling by the Voltage Dependent Anion Channel' ElektromogReport 4-2021	Literaturrecherche zur Beteiligung von Kalzium und spannungsabhängigen Ionenkanälen in Bezug auf biologische Wirkungen von EMF + zusätzliche Wirkmechanismen.	EMF können VDAC-Kanäle zu Ca^{2+} -Poren umschalten – auch in Erythrozyten –, was Kalziumeinstrom, Formänderungen und Zelltod-Signale auslöst. Zusammen mit dem EMF-sensitiven TSPO könnten VDAC/TSPO-Komplexe als biologische EMF-Sensoren wirken. Gepulste EMF (5–100 Hz) gelten als besonders bioaktiv und könnten psychische Symptome bei empfindlichen Personen erklären.	EMF könnte über den Ionenkanal VDAC wirken und TSPO als Magnetosensor dienen. Der VDAC/TSPO-Komplex könnte EMF detektieren und neuronale Prozesse beeinflussen, Hypothese sollte experimentell überprüft werden.
Wang et al. (2022) 'The dose-dependent effect of 1.5-GHz microwave exposure on spatial memory and the NMDAR pathway in Wistar rats' ElektromogReport 1-2023	Männliche Wistar-Ratten, Bestrahlung mit 1,5 GHz (L-Band) für 6 Min bei 5, 30 und 50 mW/cm ² (SAR: 1,85/11,1 / 18,5 W/kg).	Signifikante Verhaltensänderungen und EEG-Hemmung, dosisabhängige Schädigung des Hippocampusgewebes (beginnend nach 6 h, Maximum nach 7 d, Regeneration nach 14 d), 7 d nach Beendigung der Bestrahlungsperiode war auch die Ultrastruktur des Hippocampus dosisabhängig geschädigt.	Es gibt robuste Hinweise auf eine Beeinträchtigung des räumlichen Gedächtnisses, Hemmung der Hirnströme, Beeinträchtigung der Hippocampusstruktur/-ultrastruktur und eine Veränderung von Komponenten des NMDA-Rezeptor-Signalweges als Konsequenz der Hochfrequenzbefeldung.
Wardzinski et al. (2022) 'Mobile Phone Radiation Deflects Brain Energy Homeostasis and Prompts Human Food Intgestion' ElektromogReport 1-2022	15 normalgewichtige junge Männer von 21 bis 29 Jahren, 25 Minuten lang der maximalen Strahlung von 2 verschiedenen Mobiltelefonen ausgesetzt (SAR: 0,97 bzw. 1,33 W/kg); kontrollierter Cross-Over-Vergleich mit Scheinbestrahlung.	Bei 13 der 15 Probanden Kalorienaufnahme hochsignifikant um 22-27% gegenüber der Scheinbestrahlung erhöht, hauptsächlich durch vermehrte Aufnahme von Kohlenhydraten, ATP/Pi und PCr/Pi-Verhältnis stark erhöht, um dann stark abzufallen.	Ergebnisse deuten darauf hin, dass Mobilfunkstrahlung ein möglicher beitragender Faktor zu übermäßigem Essen sein und die Energie-Homöostase im Gehirn stören kann, mit erhöhtem Glukosebedarf in Nervenzellen. Dies könnte mentale Gesundheit, Verhalten und Organe beeinflussen. Besonders gefährdet: Kinder und Jugendliche, da ihr Gehirn mehr und tiefer eindringende Strahlung aufnimmt.
Xu et al. (2017) 'Age-dependent acute interference with stem and progenitor cell proliferation in the hippocampus after exposure to 1800 MHz electromagnetic radiation' ElektromogReport 2-2019	Neugeborene (P7) und juvenile Mäuse 3 Tage lang 8 Stunden pro Tag mit 1800-MHz-Strahlung (1,16 W/kg) bestrahlt.	P7-Tiere: vermehrte DNA-Synthese und Abnahme der Stammzellanzahl im Hippocampus.	Empfindlichkeit gegenüber 1800-MHz-Strahlung während der Entwicklung muss berücksichtigt werden, wenn der Schutz vor elektromagnetischen Feldern beurteilt wird.
Zheng et al. (2023) 'Biological effects of exposure to 2650 MHz electromagnetic radiation on the behavior, learning, and memory of mice' ElektromogReport 4-2023	60 männliche Mäuse mit synthetischer 5G-Mobilfunk-frequenz (2650 MHz) und einem Ganzkörper-SAR-Wert von 2,06 W/kg 28 Tage, 4 h pro Tag befeldet. Elektrische Feldstärke 78,9 V/m.	Angstähnliches Verhalten, erhöhter Corticosteron-Spiegel im Plasma nach Befeldung, signifikante Verringerung des verhaltensassoziierten Moleküls BDNF und des GR-Proteins.	5G-Hochfrequenzstrahlung könnte bei Nagetieren ein angstähnliches Verhalten auslösen. Die Veränderungen in der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse (HPA-Achse) (insbesondere eine reduzierte Bildung des Glukokortikoidrezeptors GR) könnte auf eine gestörte Stressregulation hindeuten.



Autoren / Studie	Experimentelle Bedingungen	Ergebnisse	Schlussfolgerungen
Zhu et al. (2021) 'Effects of 1.5 and 4.3 GHz microwave radiation on cognitive function and hippocampal tissue structure in Wistar rats' ElektrosmogReport 1-2023	140 männliche Wistar-Ratten (4 Gruppen): jeweils 6 min. bei 10 mW/cm ² bestrahlt, SAR-Wert 3,3-3,7 W/kg.	Erhöhte Fluchtlatenz, deutliche EEG-Veränderungen und pathologische Hippocampusbefunde. Die meisten Schäden bildeten sich nach 14–28 Tagen zurück. Nissl-Schollen an Tag 7/14 deutlich reduziert; Enzymaktivität im Hippocampus signifikant vermindert. Trend: kombinierte LC-Befeldung verursachte stärkere Veränderungen.	Eine einmalige Hochfrequenzbefeldung kann kurzfristig Lernen, Gedächtnis und neuronale Strukturen im Hippocampus beeinträchtigen. Es besteht vermutlich ein Zusammenhang zwischen der Abnahme der Nissl-Schollen und der Abnahme der Lern- und Gedächtnisfunktionen. Diese Effekte scheinen jedoch reversibel zu sein. Keine Wechselwirkungen zwischen den getesteten Frequenzen.

Veröffentlichungen in der Reihe „ÜBERBLICK für den Durchblick“



Kostenloser Download als PDF-Datei

diagnose-funk.org/ueberblick



Bitte unterstützen Sie die Arbeit von diagnose:funk mit einer Spende:

Diagnose-Funk e.V.

IBAN: DE39 4306 0967 7027 7638 00

BIC: GENODEM1GLS

Oder werden Sie Fördermitglied:

diagnose-funk.org/foerdern