

Europäische Gesellschaft für klinische Umweltmedizin e.V. (EGKU)  
23. Umweltmedizinische Jahrestagung, Berlin 7. - 8.11 2025

## Wirkungen der elektromagnetischen Felder des Mobilfunks auf den Gehirnstoffwechsel

Peter Hensinger M.A.

Wir erleben derzeit einen tiefgreifenden Wandel in der Art und Weise, wie Kinder und Jugendliche aufwachsen. Der Markteintritt des Smartphones im Jahr 2007 wurde zum Kipppunkt. Die spielbasierte Kindheit und Sozialisation wurde durch die smart-phonebasierte abgelöst. Laut Postbank-Studie 2025 verbringen junge Menschen heute durchschnittlich über 70 Stunden pro Woche online, v.a. mit Smartphones und Tablets.<sup>1</sup> Welche Zeit bleibt da noch für anderes?



Seit ca. 2010, in Folge der rasanten Verbreitung des Smartphones, kam es zu einer dramatischen Zunahme von Konzentrationsstörungen, Schlafproblemen, Sprachentwicklungsstörungen, von Depressionen und Suizidgedanken bei Jugendlichen und einem jährlich zunehmenden Leistungsabfall an den Schulen.<sup>2</sup> Jede neue PISA- und Bildungsstandardstudie dokumentiert einen ständigen Sinkflug. In der Pressemitteilung der Kultusministerkonferenz zur neuen IQB – Studie (2025) zum Leistungsabfall in den MINT-Fächern (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik) werden Ursachen angedeutet. Es gäbe „Rückgänge bei Motivation, Selbstvertrauen und Basiskompetenzen“, weil „ein zu hoher Medienkonsum etwa durch Social-Media die Entwicklung der jungen Menschen“ beeinträchtigt.<sup>3</sup> Aber sonst wird im Nebel gestochert, denn für die Analyse der Bildungskatastrophe und einer pädagogischen Wende müssten gesamtgesellschaftliche Ursachen, v.a. die Ökonomisierung und Digitalisierung der Bildung und die Abkehr vom Humboldt’schen Bildungsideal einbezogen werden.<sup>4</sup>

Diese Entwicklungen sind Gegenstand zahlreicher Debatten, und zu Recht ist die psychosoziale Dimension digitaler Medien im Fokus, also die Reizüberflutung, das Suchtpotential und der Bewegungsmangel mit seinen typischen Folgen wie Übergewicht und Herz-Kreislaufkrankungen. In der Leitlinie zum dysfunktionalen Bildschirmmediengebrauch von 2023 wird diese dramatische Entwicklung detailliert beschrieben.<sup>5</sup>

Ein zentraler Aspekt wird in der Öffentlichkeit kaum diskutiert – obwohl er längst hätte alarmieren müssen: Die Auswirkungen der Strahlenbelastung.<sup>6</sup> Öffentlich viel diskutiert wird das Gehirntumorrisiko, nicht jedoch die Auswirkungen auf den Gehirnstoffwechsel, der für Lernen und Gedächtnis zuständig ist. Das ist das Thema dieses Artikels. Was ist, wenn nicht nur psycho-sozialer Stress und verrohende Inhalte<sup>7</sup>, sondern auch die Infrastruktur der digitalen Welt – die elektromagnetischen Felder des Mobilfunks – tief in die neurobiologische Entwicklung eingreifen? Sich mit Strahlung zu

beschäftigen ist nicht Esoterik, wir haben ein Bundesamt für Strahlenschutz. Die Risiken von Röntgen oder ionisierender Strahlung sind unbestritten. Aber die Risiken nicht-ionisierender Strahlung des Mobilfunks werden bestritten, aus wirtschaftlichen Gründen. Und wir haben dazuhin eine kognitive Dissonanz bei den Nutzern. Sie lieben ihre Smartphones und wollen Bad News über Risiken nicht hören. Die Studienlage spricht aber eine eindeutige Sprache.

## Ergebnisse epidemiologischer Studien

Das menschliche Gehirn ist ein elektrochemisches Organ. Seine Funktion beruht auf fein abgestimmten elektrischen Rhythmen und der elektrochemischen Signalweitergabe an den Synapsen. Dabei spielt die Langzeitpotenzierung (LTP) – also die zunehmende Verstärkung und Stabilisierung der Synapsenverbindungen – eine Schlüsselrolle: Sie ist der Prozess, durch den wir Gelerntes ins Gedächtnis abspeichern.

Wenn nun hochfrequente elektromagnetische Felder (HF-EMF) – wie sie von Smartphones, Tablets oder WLAN-Geräten ausgehen – in dieses System eingreifen, können sie diese neuronalen Rhythmen stören, die Synapsenbildung hemmen und zentrale Prozesse wie Gedächtnisbildung und Emotionsregulation erschweren. Zahlreiche Studien zeigen: Diese Störungen sind nachgewiesen, – und folgen nachvollziehbaren Mechanismen.

Ich gehe zunächst von vier epidemiologischen Studien aus, um dann zu analysieren, inwieweit diese Ergebnisse auch durch die Einwirkung von HF-EMF verursacht werden.

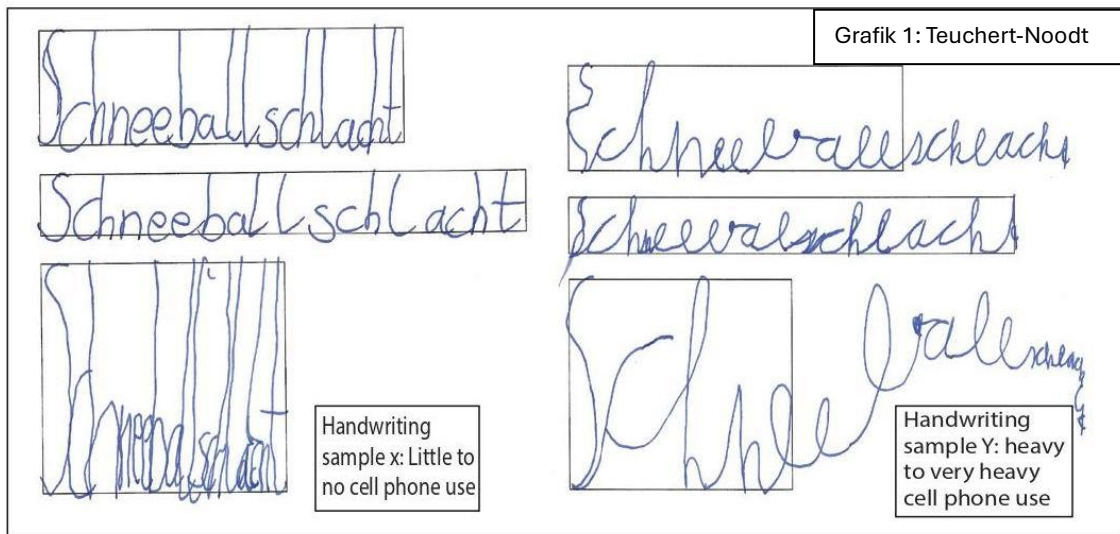
**Studie 1:** Unter Beteiligung der US-Gesundheitsbehörden ( NIEHS/NIH National Institute of Environmental Health Sciences/National Institute of Health) wurden bereits 2008 und 2012 in Dänemark Studien mit dem Titel „Pränatale und postnatale Exposition bei Mobiltelefon-Nutzung und Verhaltens-Probleme bei Kindern“ durchgeführt (Divan et al.). Die erste mit 13 159 Kindern im Alter von 7 Jahren hatte das Ergebnis, dass die pränatale und postnatale Exposition durch Mobiltelefone im Zusammenhang mit allgemeinen Verhaltensproblemen bei den Kindern wie ADHS-Symptome, emotionale Probleme oder Probleme mit Gleichaltrigen steht (OR 1,80; CI 1,45-2,23).<sup>8</sup> Diese Studie wurde dann in einer neuen Gruppe von diesmal 28 745 Kindern 2012 reproduziert, die Ergebnisse wurden bestätigt. Die höchsten Odds Ratios (Relatives Risiko) für Verhaltens-Probleme wurden bei Kindern beobachtet, die vor und nach der Geburt durch Strahlung von Mobiltelefonen exponiert waren im Vergleich zu nicht-exponierten Kindern (OR 1,5; CI 1,4-1,7).

**Studie 2:** Förster et al. (2018) untersuchten in der Schweiz über 700 Jugendliche und fanden eine Korrelation: Je höher die Strahlenexposition durch Handynutzung, desto schlechter war die Leistung im figuralen Gedächtnis – also beim Wiedererkennen und Erinnern visueller Informationen.<sup>9</sup>

**Studie 3:** Besorgniserregend ist eine aktuelle Studie aus Indien, bei der Säuglinge in unterschiedlich stark bestrahlten Haushalten beobachtet wurden (Setia et al., 2025). Die stark belasteten Kinder zeigten signifikante Entwicklungsverzögerungen in Sprache, Kommunikation, Motorik und Problemlösung.<sup>10</sup>

**Studie 4:** Die Neurobiologin Prof. Gertraud Teuchert-Noodt und die Psychologin Angelika Supper (Supper 2021) wollten herausfinden, wie sich die Smartphonennutzung auf das Stirnhirn und die Fähigkeiten zur Raum-Zeit-Verrechnung auswirken.<sup>11</sup> Die Aufgabe: In vorgegebene Kästen sollen die Kinder von dritten Grundschulklassen das Wort „Schneeballschlacht“ schreiben (Grafik 1). Kinder, die kein Smartphone nutzten, lösten die Aufgabe, Kinder, die viel mit dem Smartphone spielten, nicht: Sie überschrieben deutlich die vorgegebenen Grenzen. Ergebnis: Bei Kindern mit starker Smartphonennutzung ist die Fähigkeit der Raum-Zeit-Verrechnung unterentwickelt. Die Autorinnen bewiesen damit, dass die Raum-Zeit-Verrechnung durch die eindimensionale Fixierung auf Bildschirme und das Fehlen ausreichender Bewegung des ganzen Körpers unterentwickelt ist. Die Frage stellt sich, ob dies auch mit der Strahlenbelastung zusammenhängen kann.

Diese vier Studien zeigen Korrelationen, gibt es dafür plausible kausale Wirkungsmechanismen mit entsprechenden Nachweisen? Was sind die Ursachen dieser Entwicklungsstörungen?

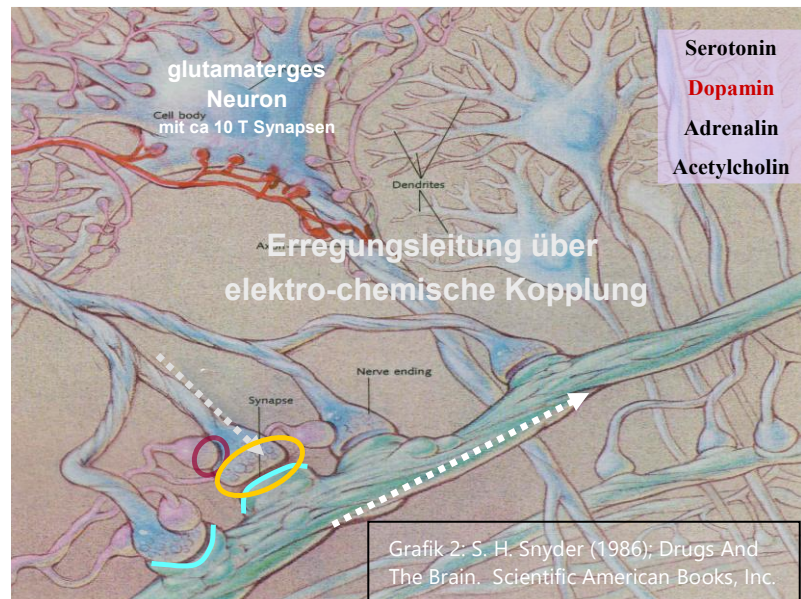


**Figure. 1a.** In this handwriting sample, both students try to fit the word “Schneeballschlacht” [snowball fight] into the assigned rectangle.

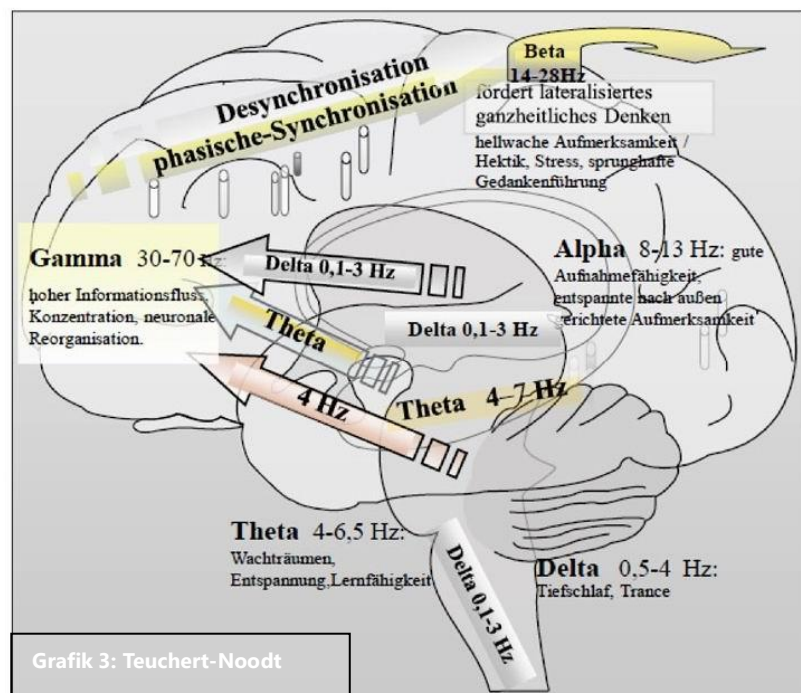
## Gehirnfunktionen werden durch elektro-chemische Kopplungen gesteuert und darüber hinaus auf höchster Funktionsebene durch elektromagnetische Frequenzen synchronisiert

Elektromagnetische Felder (EMF) spielen bei den Signalübertragungen in den Nervenzellen und Synapsen eine wichtige Rolle. Im Gehirn und seinen Zellen werden Informationen zwischen Nervenzellen (Neuronen) auf zwei Wegen übertragen – elektrisch und chemisch (s. Grafik 2).<sup>12</sup>

Gehirnfunktionen werden durch elektro-chemische Kopplungen gesteuert und darüber hinaus auf höchster Funktionsebene durch elektromagnetische Frequenzen synchronisiert (Grafik 3). Im Stirnhirn vereinigen sich verschiedene Frequenzbereiche aus Hirnstamm, Thalamus und Hippocampus zu einem kohärenten elektromagnetischen Spektrum. Die daraus gebildete phasische Synchronisation breitet sich über den Kortex aus und ermöglicht Konzentration, Denken, Gedächtnisbildung und emotionale Regulationen. Wird die Zusammenarbeit von Hippocampus und Stirnhirn durch äußere elektromagnetische Felder chronisch erheblich gestört, können pathologische Veränderungen bis hin zu Psychosen entstehen. Zu den Folgen der hochfrequenten Strahlung, die beim Telefonieren in den Organismus und ins Gehirn eindringt, gibt es eine fundierte Forschungslage.<sup>13</sup>



Grafik 2: S. H. Snyder (1986); Drugs And The Brain. Scientific American Books, Inc.



Grafik 3: Teuchert-Noodt

### Einfluss elektromagnetischer Felder auf die Neurogenese im Hippocampus

Welche biologischen Effekte EMFs im Gehirn haben, wenn sie zusätzlich von außen auf das Gehirn einwirken, das zeigte bereits vor 25 Jahren eine Studie von Hoffmann et al. (2001) an Wüstenrennmäusen.<sup>14</sup> Es wurde in der Bielefelder Neuroforschung untersucht, wie sich eine tägliche Exposition von nur 30 Minuten mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern auf den Hippocampus auswirkt – also genau auf den Bereich, der für Gedächtnisbildung und Lernen

verantwortlich ist. Die Versuchstiere wurden 14 Tage lang verschiedenen niederfrequenten Modulationen zwischen 1 und 50 Hertz ausgesetzt. Das zentrale Ergebnis:

**Bei 50 Hz sank die Zellneubildung – die Neurogenese – im Hippocampus um fast 30 Prozent.**

Damit wurde belegt, dass elektromagnetische Felder die Bildung neuer Nervenzellen signifikant hemmen können. Interessanterweise zeigte sich ein sogenanntes „Frequenzfenster“. Wenn die chronische Bestrahlung bei 8 oder 12 Hz erfolgte, dann blieb die Neubildung von Nervenzellen stabil, während sie bei 29 und 50 Hz deutlich abnahm. Das bedeutet: Nicht jede Frequenz wirkt schädlich, sondern nur bestimmte Frequenzen führen zu biologisch relevanten Veränderungen.

Auf neurochemischer Ebene spielt dabei der NMDA-Rezeptor eine Schlüsselrolle, wie die Autoren mit weiteren Studien belegen konnten. Dieser Glutamaterezeptor ist zentral für Lern- und Gedächtnisprozesse und reguliert die Neurogenese im Gyrus dentatus – also dort, wo im Hippocampus neue Nervenzellen entstehen. EMF können über Veränderungen im Dopamin- und Melatoninhaushalt die Aktivität des NMDA-Rezeptors beeinflussen. Wird seine Kalzium-Signalisierung gestört, beeinträchtigt das direkt die Neubildung und Verschaltung von Nervenzellen. Das Wirkmodell lautet also:

**EMF-Exposition → veränderte Dopamin- und Melatoninregulation → Modulation des NMDA-Systems → reduzierte Neurogenese und Plastizität im Hippocampus.**

Da der Hippocampus wesentlich an der Gedächtnisbildung beteiligt ist, verursachen diese Veränderungen Lern- und Gedächtnisdefizite. Die Autoren Hoffmann et al. warnten daher vor möglichen subtilen, aber dauerhaften Auswirkungen chronischer EMF-Belastung auf kognitive und emotionale Funktionen – insbesondere angesichts der steigenden Nutzung von WLAN und Mobilfunk.

**Fazit:** Elektromagnetische Felder können die neuronale Entwicklung frequenzabhängig beeinflussen. Über das NMDA-System wirken sie direkt auf die Grundlagen von Lernen, Gedächtnis und psychischer Stabilität – ein Befund, der angesichts unserer heutigen massenhaften Nutzung strahlender Geräte besondere Relevanz hat. Deshalb fordern Hoffmann et al., die neurobiologischen Auswirkungen chronischer EMF-Expositionen weiter zu erforschen. Zwei Episoden machen deutlich, wie diese Forschung mit Interessen verknüpft ist. Die damalige Institutsleiterin ermunterte einen Kollegen der Autorengruppe, der an einem anderen Institut arbeitete, doch die Auswirkungen von WLAN zu untersuchen. Seine Antwort: das sei auf Grund von Interessen nicht möglich. An der Arbeit von Hoffmann et al. war auch Prof. Lebrecht von Klitzing beratend beteiligt. Er leitete damals an der Universitätsklinik Lübeck die Forschung. Er führte Experimente mit WLAN durch und wies nach, dass es sich u.a. auf das EEG auswirkt. Im Interview mit diagnose:funk berichtete er von massiven Interventionen der Telekom, um diese Forschung zu unterbinden, was dieser aber nicht gelang.<sup>15</sup> Das Bundesamt für Strahlenschutz zweifelte seine Ergebnisse an. Bis heute ist das Bundesamt für Strahlenschutz dem Angebot und der wiederholten Aufforderung von Klitzings, seine Studien zu replizieren, nicht nachgekommen.

## **Schaltzentrale Hippocampus unter Strahlenstress**

Im Zentrum der Forschung zur Wirkung von HF-EMF steht der Hippocampus. Er ist nicht nur für das räumliche Denken und das Gedächtnis zuständig – sondern auch für die Steuerung anderer Hirnregionen, insbesondere des Stirnhirns. Voranstellen möchte ich ein typisches Studienergebnis, das die Anwendung von WLAN dort, wo Lernen stattfindet, in Kitas und Schulen, das Lernen konterkariert. 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“ (aus der Rezension im ElektrosmogReport April 2018; s. Grafik 4).<sup>16</sup>*

Die Strahlung wirkt sich also auf **die** Signalwege im Gehirn aus, die für die Gedächtnisbildung verantwortlich sind. Es sind zwei zentrale Begriffe, die in nahezu allen Studien auftauchen: Hippocampus und Plastizität des Gehirns. Der Hippocampus und die Fähigkeit zur Plastizität, also zur Bildung und Anpassung – Stärkung oder Schwächung - neuronaler Verbindungen (Synapsen), spielen eine zentrale Rolle beim Lernen und der Steuerung von Gehirnfunktionen, insbesondere in diesen Bereichen:

- Lernen und Gedächtnisbildung durch die Kommunikation über Synapsen und die Langzeitpotenzierung mit Hilfe des Hebb'schen Lernmechanismus.
- 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 räumliche Kontexte erinnert werden können. Für diese Entdeckungen wurde 2014 der Medizin-Nobelpreis vergeben.

Der Hippocampus ist ein zentrales Schaltzentrum für Gedächtnis, Lernen und Orientierung. Er schwingt in der Theta-Frequenz von 4-7 Hz. Als Sekretär des Gehirns steuert er auch das Stirnhirn, unsere Exekutive und unser Kontrollorgan z.B. für die Impulssteuerung. Steuerungsfehler haben fatale Folgen, nicht nur für die Intelligenz, sondern bis hin zu neurologischen und psychischen Erkrankungen.

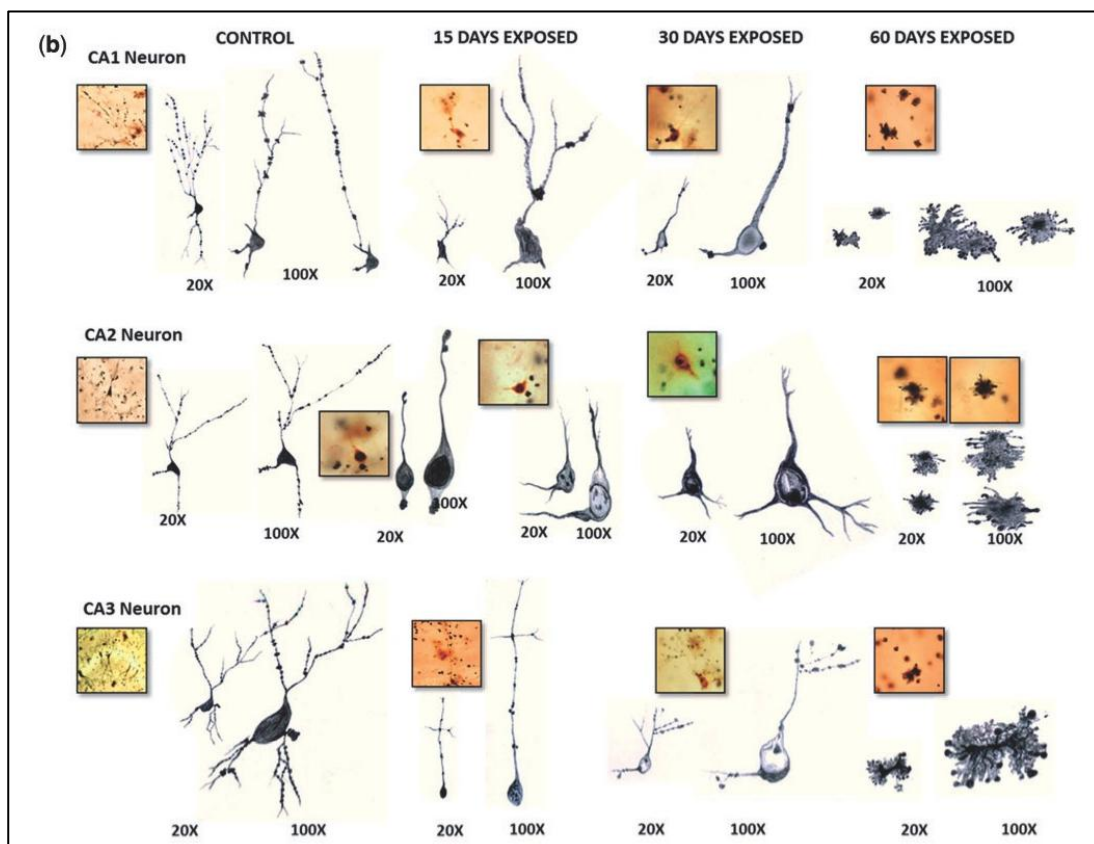
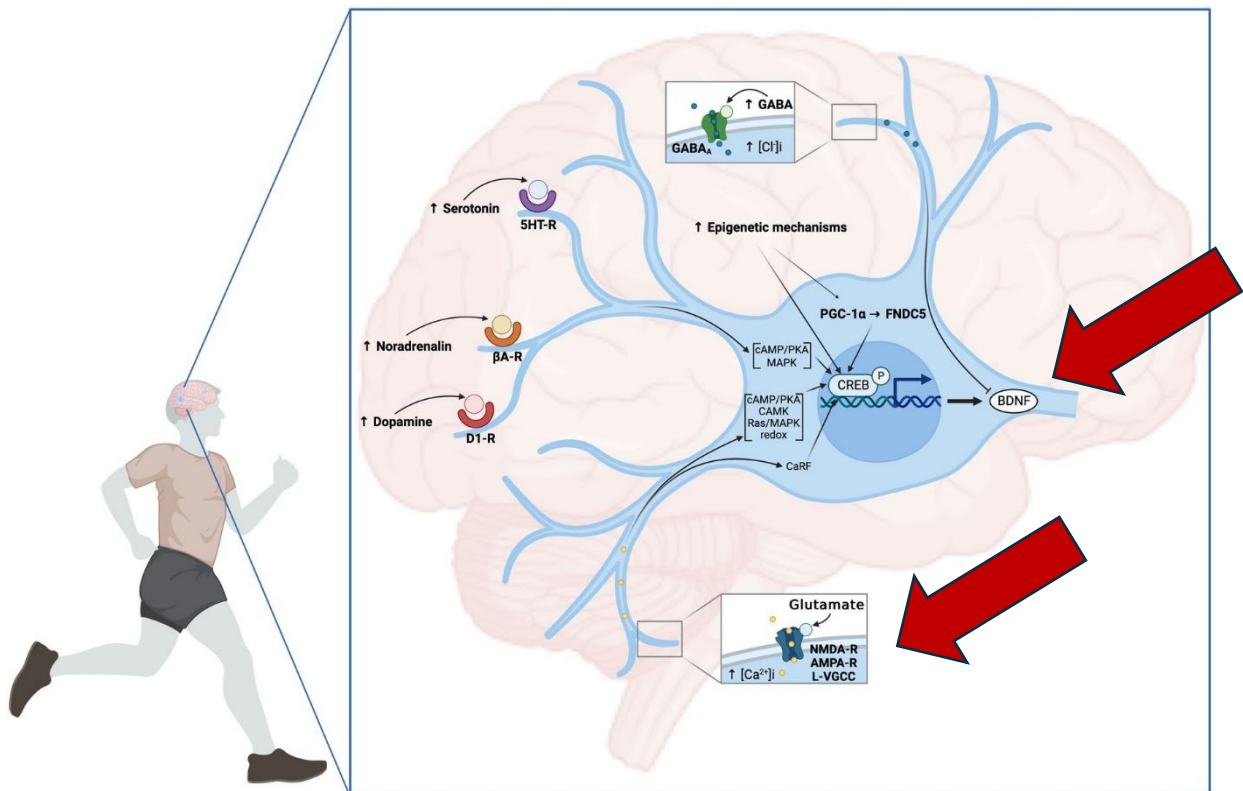


Abb. 4: Struktur und Form der Neuronen im Hippocampus der bestrahlten Mäuse nach Befeldung mit EMF; aus Shahin et al. (2015): „Anzahl der Dendriten nahm bei allen exponierten Mäusegruppen zeitabhängig signifikant ab.“ „Die Anzahl der absterbenden oder degenerierenden Neuronen stieg bei den Mäusegruppen, 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.“

## Die Hemmung des Gehirndüngers BDNF

Die Studien von Kim et al. (Südkorea) zeigen, dass schon eine kurzzeitige Exposition mit Mobilfunkstrahlung Stoffwechselprozesse im Gehirn und dort auch im Hippocampus verändert.<sup>17</sup> Schon die Studientitel zeigen die Brisanz: „Die Exposition bei HF-EMF verändert die postsynaptische Struktur und behindert das Neuriten-Auswachsen bei sich entwickelnden Hippocampus-Neuronen von früh postnatalen Mäusen“ (Kim et al. 2021) und „Hochfrequenz-Exposition induziert synaptische Dysfunktion in kortikalen Neuronen, die Lern- und Gedächtnis-Veränderungen in frühen postnatalen Mäusen verursacht“ (Kim et al. 2024). In beiden Studien wurden neugeborene Mäuse vier Wochen lang mit 1850 MHz bestrahlt – einer typischen Mobilfunkfrequenz. Die Ergebnisse der Befragung sind gravierend:

- Reduzierte Expression des BDNF (Brain Derived Neurotrophic Factor), ein Wachstumsfaktor, der wie ein Dünger z. B. für das Neuronenwachstum wirkt (Grafik 6).
- Eine deutliche Abnahme der Glutamaterezeptoren NMDA und AMPA, die für die Plastizität der neuronalen Signalübertragung verantwortlich sind (Grafik 7).
- Verminderte Anzahl dendritischer Dornen, also der Kontaktstellen für synaptische Übertragung.



Grafik 5: Das Zusammenspiel der Glutamaterezeptoren NMDA und AMPA, der Neurotransmitter Dopamin, Noradrenalin, und Serotonin und ihre Auswirkungen auf das BDNF, getriggert durch Bewegung. Grafik aus: Cefis et al. (2023): Molecular mechanisms underlying physical exercise-induced brain BDNF overproduction, *Front. Mol. Neurosci.* 16:1275924. doi:10.3389/fnmol.2023.1275924

Zur Bedeutung von BDNF und der Glutamaterezeptoren (NMDA, AMPA): BDNF fördert die Ausbildung und Verstärkung synaptischer Verbindungen und bildet damit eine Grundlage für Lernen und Gedächtnis. BDNF fördert die Neubildung von Nervenzellen, also die Neurogenese, im Hippocampus (auch im Erwachsenenalter!) und ist dort essenziell für die Langzeitpotenzierung (LTP). Zusammen mit den Glutamaterezeptoren NMDA und AMPA triggert BDNF den Hebb'schen Lernmechanismus an den Synapsen.<sup>18</sup> Er basiert auf dem Prinzip, das der kanadische Psychologe Donald Hebb 1949 formulierte:

„Neurons that fire together, wire together.“ Die Hebb'sche Lernregel besagt, dass eine Synapse dann verstärkt wird, wenn die Präsynapse, das präsynaptische Neuron (Sender) und die Postsynapse, das postsynaptische Neuron (Empfänger) wiederholt und gleichzeitig aktiv sind, quasi wie ein sich selbst verstärkender Echoeffekt. Das führt dazu, dass die Verbindung zwischen den beiden Nervenzellen stärker wird – also effizienter Informationen überträgt. Das wird als Langzeitpotenzierung (LPT) bezeichnet.

„Neurons that fire together, wire together.“ - BDNF, im Zusammenspiel mit NMDA und AMPA sind die „Munition“ dafür! Die Bildung dieser Munition wird durch EMF behindert und vorhandene Munition sozusagen „entschärft“. Die Bestrahlung führt zu einer Versorgungslücke bzw. zu einer Ladehemmung!

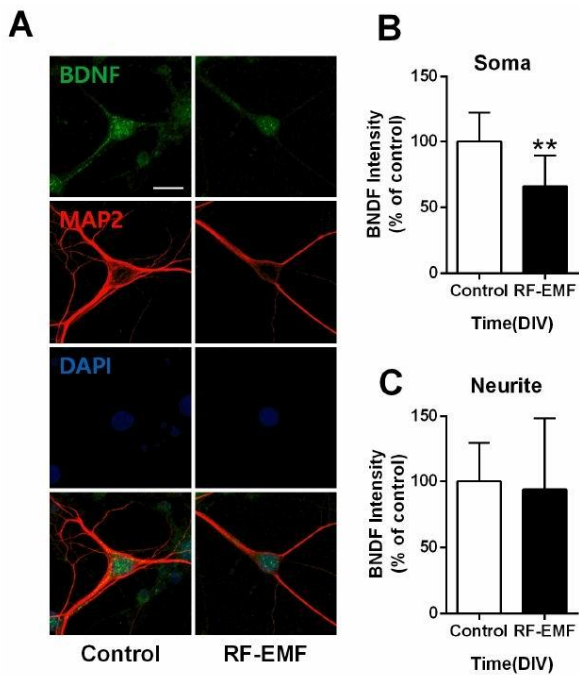
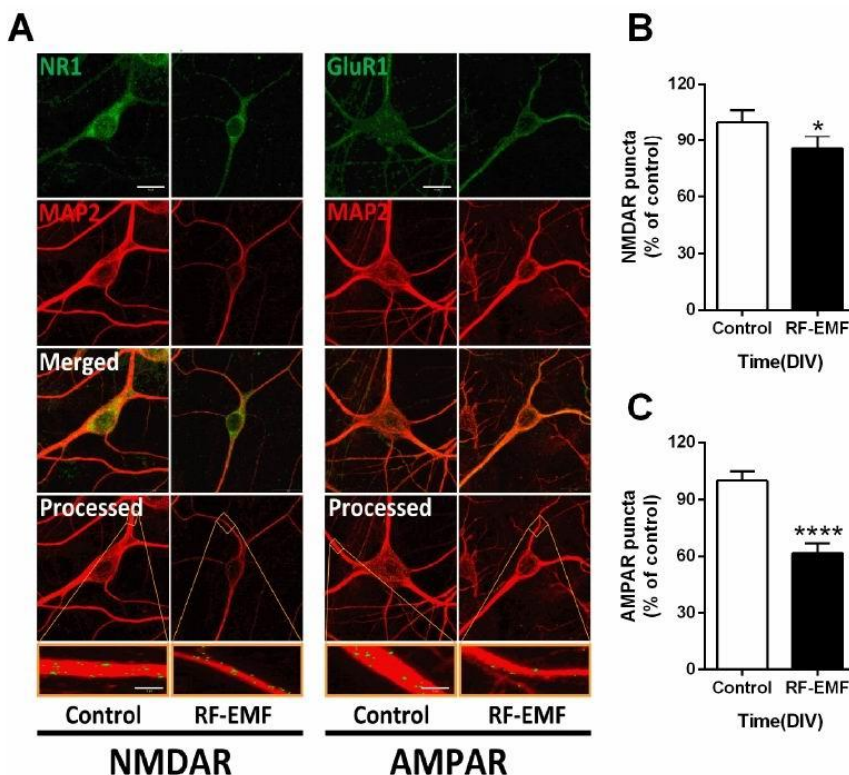


Abb. 6: : Die Exposition gegenüber HF-EMF verringerte die somatische BDNF-Expression in primär kultivierten Hippocampusneuronen (Kim et al. 2021).

Abb. 7: 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 französische 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.*“<sup>19</sup>

Zu einer weiteren pränatalen Auswirkung von HF-EMF. Die Produktion und Plastizität von neuen Neuronen im Gyrus dentatus ist wichtig für Hippocampus-Funktionen. Odaci et al. konnten in ihren Studien am Embryo bereits 2008 nachweisen, dass die pränatale Exposition durch elektromagnetische Felder ein Absinken der Anzahl der Körnerzellen im Gyrus dentatus der Ratten bewirkte, wo sie u.a. synaptische Verschaltungen vermitteln.<sup>20</sup>

Zusammenfassend: Die Fähigkeit des Gehirns sich zu entwickeln, zu vernetzen und zu lernen wird durch die Einwirkung von EMF eingeschränkt – und das bereits im pränatalen und frühkindlichen Entwicklungsstadium.

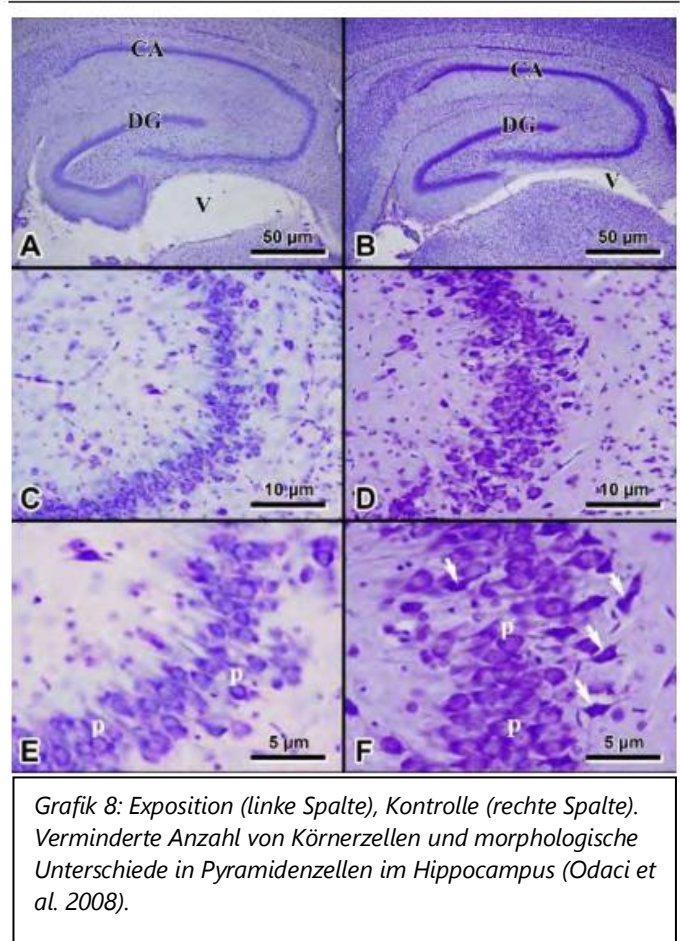
## Von den Symptomen zu Wirkmechanismen

Diagnose:funk dokumentiert im Überblick Nr. 4 „Wirkt Mobilfunk auf das Gehirn?“ mehr als 50 Studien, die nachweisen, dass EMF den Gehirnstoffwechsel verändern. Kennt man die einzelnen Wirkmechanismen? Dazu liegt der narrative, peer-reviewte Review der chinesischen Arbeitsgruppe Hu et al. (2021) vor.<sup>21</sup> Hu et al. stellen dar, wie elektromagnetische Felder im Frequenzbereich des Mobilfunks, einschließlich WLAN, Neurotransmittersysteme im Gehirn – vor allem Glutamat / NMDA, Dopamin, Serotonin, GABA und Acetylcholin- beeinflussen.<sup>22</sup> Diese Systeme steuern unsere Denk- und Lernvorgänge. Eine Kernaussage der Studie:

- „*Zusammenfassend lassen diese Studien darauf schließen, 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).*“

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

1. Neurotransmitter-Ungleichgewicht, also eine biochemische Dysregulation.
2. Oxidativem Stress und Apoptose, also zellulären Schädigungen.
3. Verhaltens- und Gedächtnisveränderungen, also funktionellen Folgen.

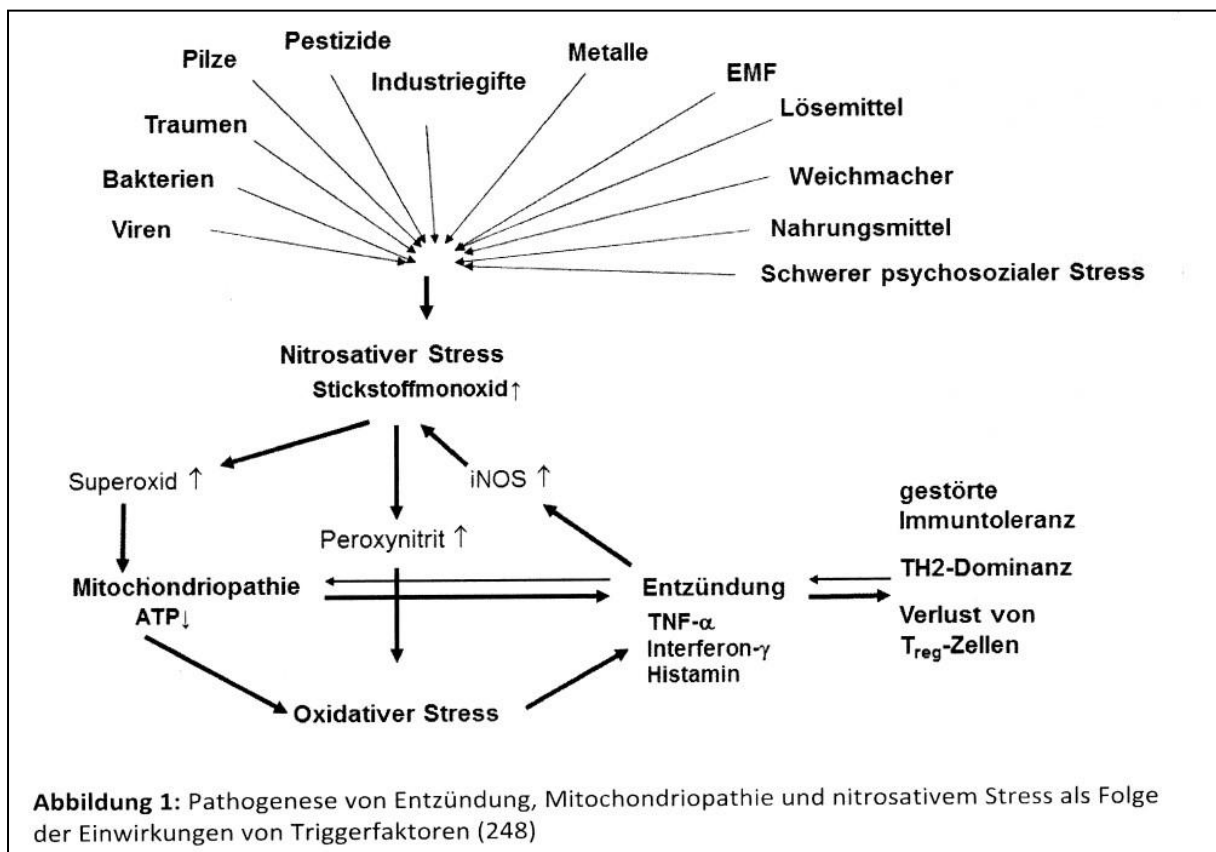


Grafik 8: Exposition (linke Spalte), Kontrolle (rechte Spalte). Verminderte Anzahl von Körnerzellen und morphologische Unterschiede in Pyramidenzellen im Hippocampus (Odaci et al. 2008).

4. Besonders sich entwickelnde Gehirne (Föten, Kinder) sind empfindlicher, da sich ihre neuronalen Netzwerke und Neurotransmittersysteme noch ausbilden; irreversible Entwicklungsstörungen können die Folge sein.

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.

Das zeigt sich exemplarisch beim Dopamin. Studien zur Handy-Sucht, die u.a. durch die Reizflut ausgelöst wird, weisen nach, dass die Reifungsverzögerung des Stirnhirns auf eine Unterversorgung mit Dopamin zurückgeht, weil das Belohnungssystem überproportional Dopamin verbraucht und es dem Stirnhirn entzieht. Die genannte Schneeballschlacht-Studie (s.o.) dokumentiert, dass das unterentwickelte Raum-Zeit-Gedächtnis mit dieser Unterversorgung des Gehirns durch Dopamin zusammenhängt. Hu et al. berichten von Studien, die nachweisen, dass auch durch die Bestrahlung „ein signifikanter Rückgang des Dopamins im Hippocampus festgestellt“ wurde (S.2), was auch zu einer „verminderten Lern- und Gedächtnisfähigkeit“ führen könne. WLAN - Studien würden zeigen, dass die Auswirkungen auf Neurotransmitter durch EMF zu einer „Beeinträchtigung der räumlichen Arbeitsgedächtnisfunktion“ (S.8) führe. Dies habe Henry Lai, ein Pionier der EMF-Forschung, bereits 1992 nachgewiesen, also dieselben Folgen, die auch die Schneeballschlacht-Studie und die Schweizer Studie zum figuralen Gedächtnis ergaben.



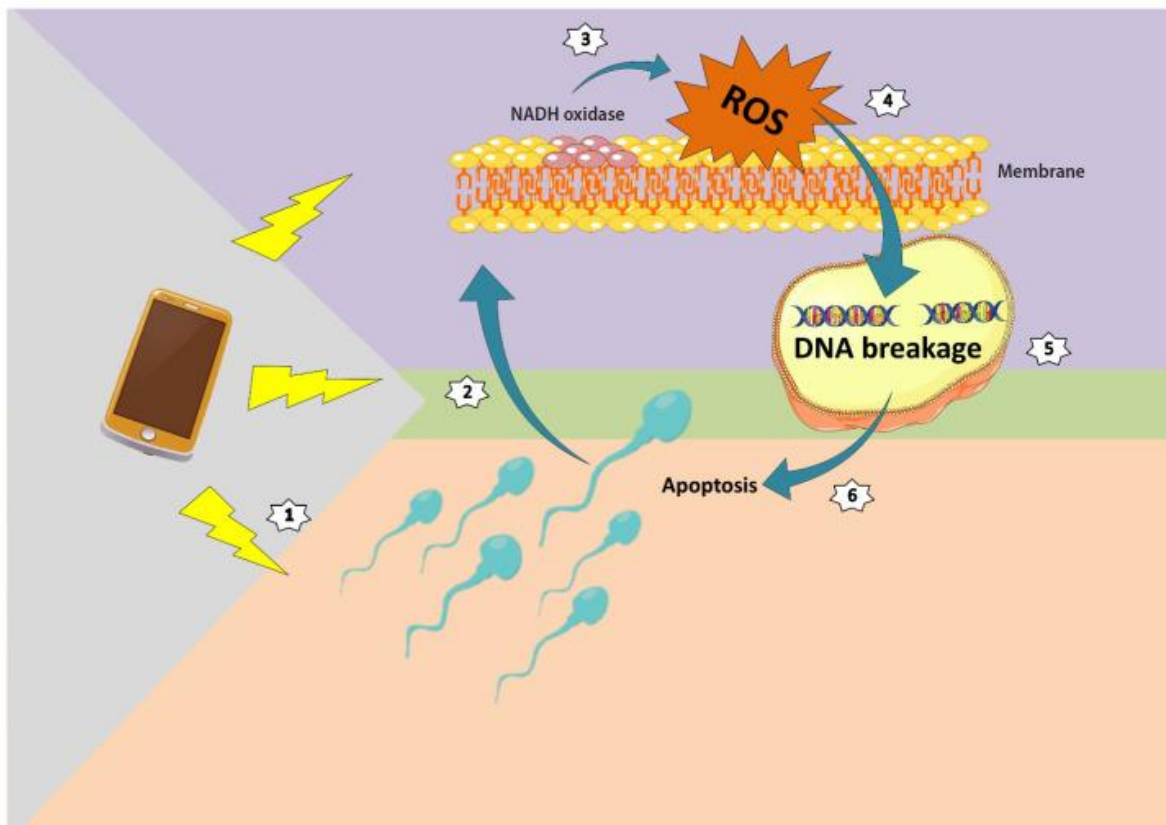
Grafik 9: von Baehr, umg

## Wirkmechanismus oxidativer Zellstress – Grundlage entzündlicher Erkrankungen

Die Autoren des Reviews von Hu et al. weisen vor allem auf die Wirkmechanismen nitrosativer und oxidativer Stress hin. Hier sind wir also bei einem Wirkmechanismus, der als Ursache vieler entzündlicher Erkrankungen bekannt ist: Die Überproduktion freier Radikaler, die zu oxidativem Zellstress führt.<sup>23</sup> Die Autoren führen aus:

*„Die Energie nichtionisierender Strahlung reicht nicht aus, um chemische Bindungen direkt aufzubrechen. Daher ist das Auftreten von DNA-Schäden bei Exposition gegenüber nichtionisierender EMF in erster Linie eine Folge der Bildung von ROS (reactive oxygen species), gefolgt von oxidativem Stress.“ (S.10)*

Bestätigt wird der Wirkmechanismus Oxidativer Zellstress durch die 2021 publizierte Übersichtsstudie (Schürmann/ Mevissen 2021) für das Schweizer Umweltbundesamt mit dem Ergebnis, dass bei mehr als der Hälfte der 223 ausgewerteten EMF-Studien oxidativer Stress anfallt, konsistente Hinweise für oxidativem Zellstress seien im Gehirn, Hoden, Herz, Leber und Nieren gefunden worden, bis hin zur Auslösung von Krebs.<sup>24</sup>



Grafik 10: Hu et al. (2021): Wirkungen der nicht-ionisierenden Strahlung durch ROS auf die Zellmembran, Spermien, DNA und Apoptose.

Ein weiterer Wirkmechanismus wird bei Hu et al. diskutiert. EMF können zu einer erhöhten Aktivität spannungsgesteuerter Kalziumkanäle in den Zellmembranen führen (VGCCs). In der Folge „können Veränderungen des intrazellulären Kalziumspiegels ungewöhnliche synaptische Aktivitäten auslösen oder neuronale Apoptose verursachen. Dies kann wiederum einen Einfluss auf die Neurotransmission von Lern- und Gedächtnisprozessen ausüben (93).“ (S.9)

## Der Erkenntnisprozess ist nicht abgeschlossen

Der Review von Hu et al. dokumentiert eine Fülle von Erkenntnissen über die Wirkungen von EMF auf den Gehirnstoffwechsel. Doch wegen ihrer Heterogenität, so die Autoren, seien viele Fragen offen, insbesondere Ableitungen bis auf Zellebene und Wechselwirkungen seien noch nicht endgültig aufgeklärt. Sie setzen auf den Fortschritt der Neurowissenschaften in der Erwartung, „dass die Untersuchung der Auswirkungen von EMF auf den Neurotransmitterstoffwechsel und den Transport von Neurotransmittern auf der Ebene der neuronalen Schaltkreise die Herausforderungen bei der Erforschung der neurobiologischen Wirkung von EMF und ihrer Mechanismen überwinden und neue Wege für die Erforschung präventiver Ziele und Interventionen eröffnen wird.“ (S.13) Der heutige Stand der Forschung erfordert nicht nur die Anwendung des Vorsorgeprinzips, sondern eine Gefahrenabwehr.

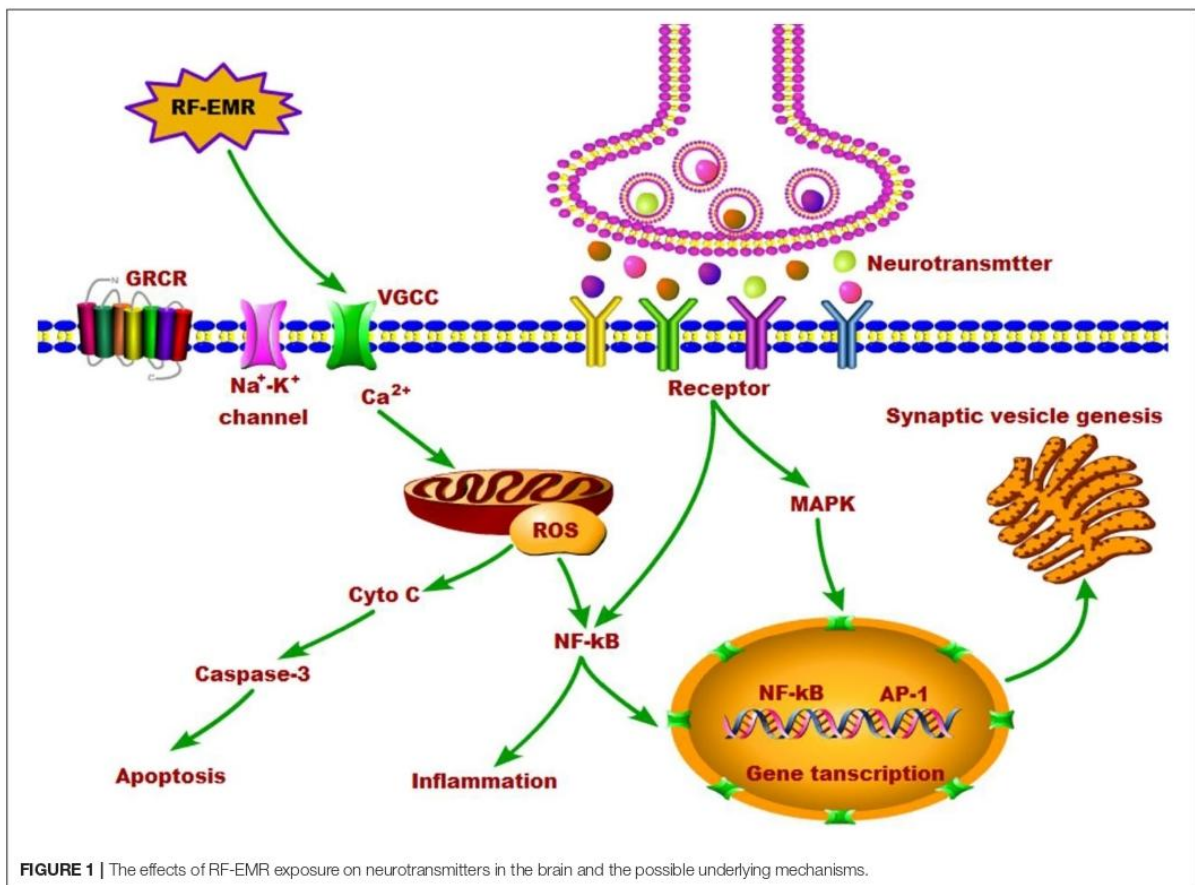
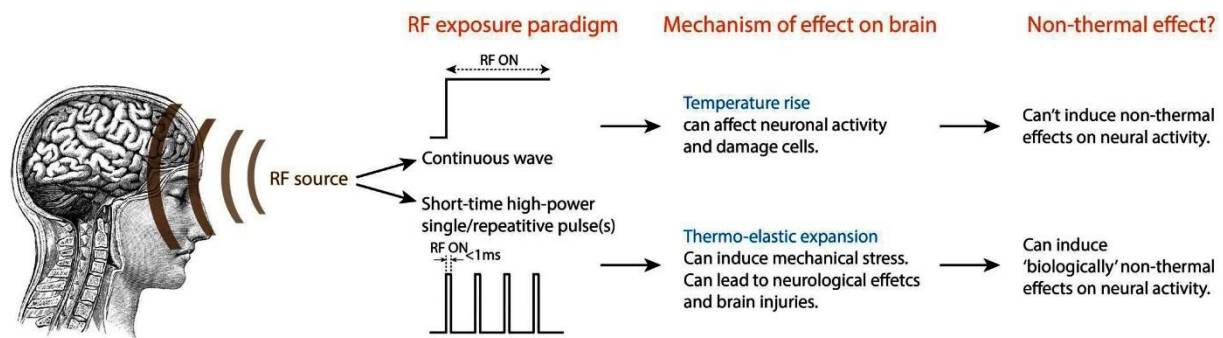


Abb. 11: Schädigende Zellkaskaden, ausgelöst durch hochfrequente elektromagnetische Felder, Grafik aus Hu et al. 2021.

Es gibt noch weitere Auswirkungen der Strahlung auf das Gehirn.<sup>25</sup> Bereits 2003 wurde durch die Studien von Salford nachgewiesen, dass sich durch die Strahlung die Blut-Hirn-Schranke öffnet und dadurch Giftstoffe ins Gehirn gelangen.<sup>26</sup> Zur Relevanz der Auswirkungen auf die Blut-Hirn-Schranke erschien 2022 der Review der Neurobiologin Dr. Keren Grafen „Albumin als Schlüsselmarker“.<sup>27</sup> Auch epileptische Anfälle werden durch die Strahlung getriggert. Eine Studienzusammenstellung findet sich im Überblick Nr. 4 von diagnose:funk. Und schließlich hat bereits vor 30 Jahren Dr. Lebrecht von Klitzing, damals Leiter der Forschung an der Universitätsklinik Lübeck, Auswirkungen von WLAN auf das Gehirn nachgewiesen.<sup>28</sup> Das Krebs- und Gehirntumorrisiko wurde durch zwei Großstudien, die NTP-Studie (USA) und die Ramazzini-Studie (Italien) nachgewiesen.<sup>29</sup>

Übrigens: Fast alle diese Studienergebnisse wurden bei Strahlungsstärken unter den derzeit gültigen Grenzwerten nachgewiesen, ein vernichtendes Urteil über deren angebliche Schutzfunktion.



Grafik 12: Omid Yaghmazadeh (2024): Pulsed High-Power Radio Frequency Energy Can Cause Non-Thermal Harmful Effects on the BRAIN, IEEE Open Journal of Engineering of Medicine and Biology.

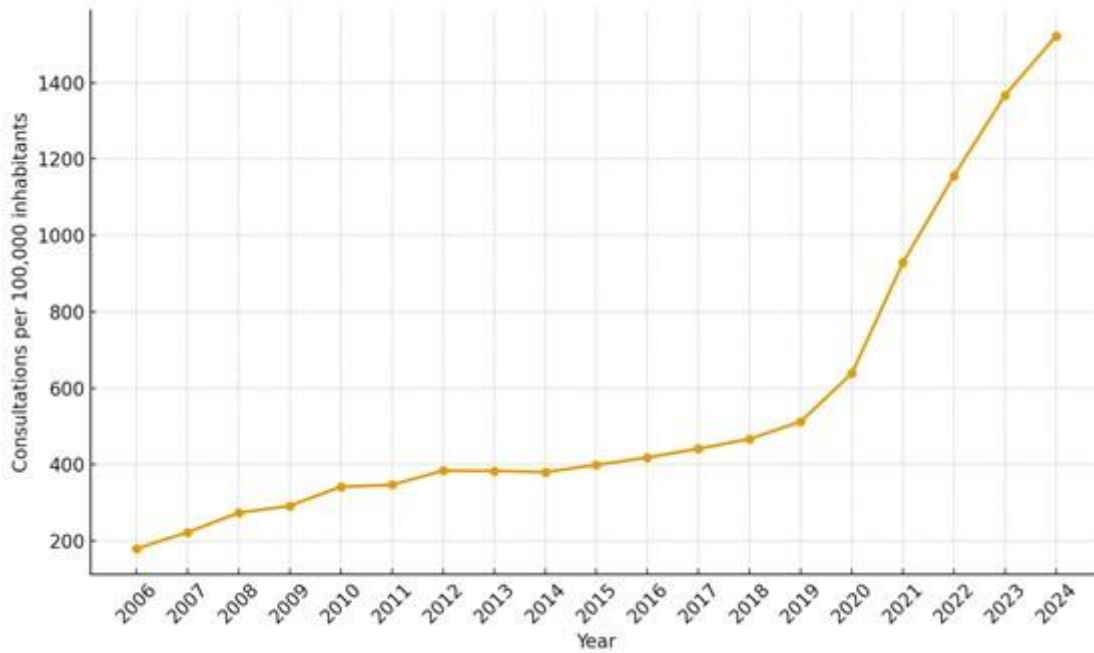
## Alternativen durchsetzen!

Wir können aus der Studienlage ein Fazit ziehen: 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. Die Neurobiologin Teuchert-Noodt spricht von einer „Cyberattacke auf das Gehirn“. Die Wechselwirkungen führen zu den beschriebenen pathologischen Folgen:

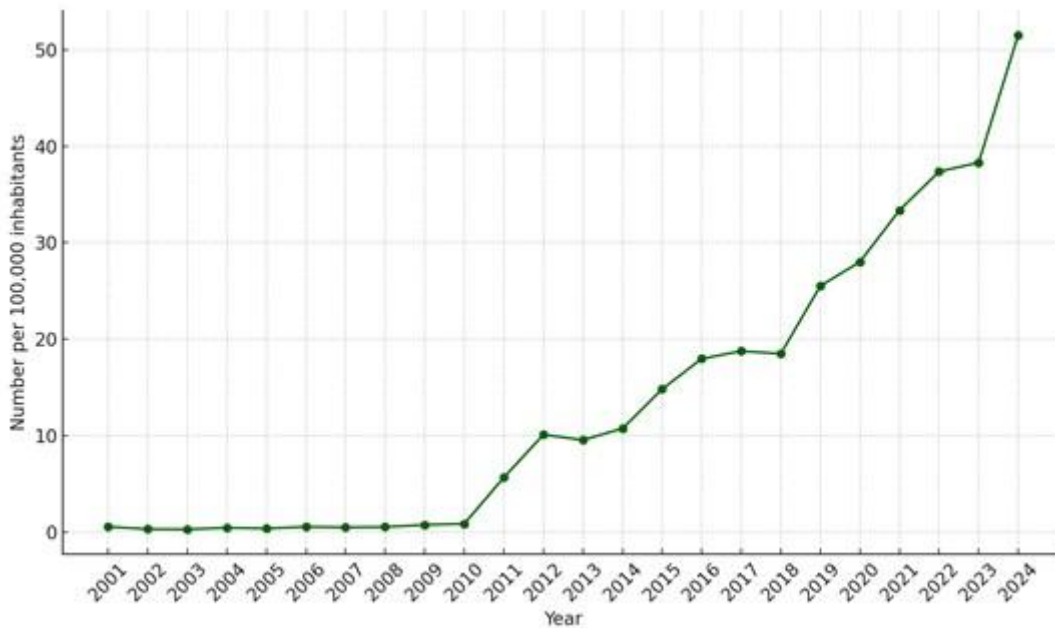
- Die durch die Reizüberflutung ausgelöste Sucht und die daraus resultierende Unterversorgung des Stirnhirns mit Dopamin, u.a. mit der Folge eines gestörten Raum-Zeit-Gedächtnisses.
- Einem Rückgang des körperlichen Spielens und Bewegungsarmut mit den Folgen eines BDNF-Mangels, motorischer Störungen und Adipositas.
- Des Anstiegs von Sprachstörungen durch den Rückgang sozialer Kontakte.
- Die Folgen der Strahlungseinwirkungen auf den Gehirnstoffwechsel.

Sichtbar wird diese toxische Mischung in der Bildungskatastrophe, dem Dauersinkflug der Lernleistungen. Die digitale Kindheit droht zur neurobiologischen Sackgasse zu werden. Wenn das Gedächtnis verblasst, weil Hippocampusfunktionen gestört werden, wenn Kinder aufhören zu lernen – dann verlieren wir nicht nur neuronale Plastizität, sondern auch die gesellschaftliche Zukunft.

Eine Studie aus Schweden zeigt (Grafik 13, 14) einen alarmierenden Anstieg von Gedächtnisproblemen bei Kindern und Jugendlichen in Schweden und Norwegen (Nilsson / Hardell 2025).<sup>30</sup>



Grafik 13: Anzahl der Konsultationen wegen Gedächtnisproblemen (ICPC-2-Code P20) bei Kindern im Alter von 5 bis 19 Jahren pro 100.000 Einwohner in Norwegen im Zeitraum 2006–2024 (Nilsson 2025).



Grafik 14: Anzahl der Patienten im Alter von 5 bis 19 Jahren pro 100.000 Einwohner pro Jahr mit R41.8 „leichte kognitive Beeinträchtigung, subjektiv“ als Hauptdiagnose in Schweden im Zeitraum 2001–2024 (Nilsson 2025).

Der Schulpädagoge Prof. Klaus Zierer schreibt als Fazit seiner Meta-Untersuchung:

*„Je länger sich Kinder und Jugendliche in ihrer Freizeit mit ihren Smartphones beschäftigen und je mehr Zeit sie in sozialen Medien verbringen, desto geringer ist die schulische Lernleistung.“<sup>31</sup>*

Diesen auch durch die Digitalisierung beschleunigten Absturz von Lernleistungen dokumentieren viele Studien.<sup>32</sup> In Deutschland soll - fernab pädagogischer und medizinischer Erkenntnisse - noch mehr

digitalisiert werden, so steht es im Koalitionsvertrag der Bundesregierung. Eine Schüler-ID soll eingeführt werden, die lebenslang die Bildungsbiografie speichert und nahtlos in die Bürger-ID übergehen soll. Dafür soll jeder Schüler ein Tablet bekommen, Bedürftige bekommen es sogar von der Bundesregierung geschenkt. Diese Online-Datenerfassung ist Überwachung pur. In einem Appell an die Bundesregierung vom März 2025 fordern 75 Experten den Stopp dieser Digitalisierung.<sup>33</sup>

Endlich werden die Risiken digitaler Medien in den Blick genommen. Smartphoneverbote und Social Media Verbote sind Topthema in den Leitmedien, die Leopoldina hat sich mit einem Gutachten eingemischt mit der Kernaussage:

- **"Wir empfehlen, die Nutzung von Smartphones in Kitas und Schulen bis einschließlich Klasse 10 zu untersagen."**

Auf dieser Empfehlung lässt sich aufbauen. Sie muss umgesetzt werden. Dies muss auch von Schritten begleitet sein, die zu einer Reduzierung der Belastung durch EMF führen. Die Alternativen zur Strahlenminimierung liegen längst auf dem Tisch: Kabelverbindungen, LiFi-Technologie (Licht als Datenträger), strahlungsarme Geräte, ein Netz für alle und vor allem: Aufklärung. Hier kommt Ärztinnen und Ärzten eine Schlüsselrolle zu. In den Sprechstunden müssen Eltern über die Risiken und Alternativen informiert werden. Helfen Sie mit, dass die IT-Lobby nicht weiter unreguliert ihre Geschäfte auf Kosten der Gesundheit betreiben kann und unsere Kinder geschützt werden.

---

*Dieser Vortrag wurde in verkürzter Version auf der 23. Umweltmedizinischen Jahrestagung der Europäischen Gesellschaft für klinische Umweltmedizin e.V. (EGKU) gehalten.*

*Kontakt: peter.hensinger@diagnose-funk.de*

## Glossar

**AMPA-Glutamatrezeptor:** Rezeptor, der als Hauptvermittler schneller exzitatorischer Signalübertragung im Zentralnervensystem durch den Einstrom von Natrium- (Na<sup>+</sup>) und gelegentlich Calcium-Ionen (Ca<sup>2+</sup>) nach Bindung von Glutamat dient (AMPA:  $\alpha$ -amino-3-hydroxy-5-methyl-4-isoxazolepropionic acid).

**BDNF:** Brain-Derived Neurotrophic Factor, Wachstumsfaktor - Ein Protein, das zur Familie der Nervenwachstumsfaktoren (Neurotrophine) gehört. BDNF ist vor allem im Zentralnervensystem vorhanden und fördert das Wachstum von sensorischen und motorischen Nervenzellen.

**Blut-Hirn-Schranke:** Die Blut-Hirn-Schranke schützt die Nervenzellen im Gehirn vor schädlichen Stoffen. Sie ist eine selektiv durchlässige Schranke zwischen Blut und Hirnsubstanz, durch die der Stoffaustausch mit dem zentralen Nervensystem einer aktiven Kontrolle unterliegt.

**Elektromagnetisches Feld:** Feld, das elektrische und magnetische Komponenten/Kräfte untrennbar beinhaltet.

**Dendrit:** Verzweigter Ausläufer einer Nervenzelle (Neurons), der Impulse zum Zellkörper hinleitet.

**Gyrus dentatus:** Ein Teil des Hippocampus, Der Gyrus dentatus zählt zu den wenigen Strukturen im Gehirn, in denen beim erwachsenen Menschen neue Nervenzellen (Neurogenese) gebildet werden.

**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.

**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).

**Körnerzellen** im Gyrus dentatus sind Hauptnervenzellen (Granulazellen), die Eingangssignale vom entorhinalen Cortex empfangen und diese über ihre Axone (die Moosfasern) an die Pyramidenzellen des CA3-Bereichs im Hippocampus weiterleiten. Sie filtern und leiten Informationen in der hippocampalen Gedächtnisschleife weiter

**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**: NMDA-Rezeptoren (*N*-Methyl-D-Aspartat) sind für neuronale Plastizität und Lern-Vorgänge im Gehirn wichtig.

**Oxidativer Stress**: Oxidativer Stress entsteht, wenn oxidative Vorgänge durch freie Radikale (z.B. Wasserstoffperoxid) die Fähigkeit der antioxidativen Prozesse zur Neutralisation übersteigen und das Gleichgewicht zugunsten der Oxidation verschoben wird. Verschiedene Schädigungen in den Zellen können hervorgerufen werden, z.B. Oxidation von ungesättigten Fettsäuren, Proteinen und DNA.

**Radikal**: Molekül oder Molekülbereich, in dem neben normalerweise paarweise vorkommenden Elektronen auch einzelne Elektronen auftreten. Die Moleküle reagieren dadurch chemisch sehr aggressiv und können Schäden in Zellen, z.B. an der DNA, verursachen (oxidativer Stress). Ein bekanntes Beispiel ist Wasserstoffperoxid. Radikale sind andererseits auch wichtige Bestandteile bei Enzymreaktionen. Sie können durch Stoffwechselforgänge oder durch äußere Einflüsse entstehen und werden schnell wieder durch Radikalfänger abgebaut.

**ROS (reactive oxygen species)**: Sauerstoffhaltige Moleküle, die sehr instabil und hochreaktiv sind. Die hohe Reaktivität entsteht durch die instabile Elektronenkonfiguration der Radikale. Sie extrahieren schnell Elektronen aus anderen Molekülen, die dann selbst zu freien Radikalen werden. So wird eine Kettenreaktion ausgelöst und Zellschädigungen durch oxidativen Stress verursacht. Zu den ROS gehören Superoxide, Peroxide und Hydroxylradikale.

**Synapse**: Übertragungsstelle für eine Erregung von einer Nervenzelle auf eine andere Nervenzelle oder eine Muskelzelle.

## Quellen

---

<sup>1</sup> Postbank (2025). Jugendliche sind wieder mehr online – auch für Schule, Ausbildung oder Studium, 30-10-2024,

<https://www.postbank.de/unternehmen/medien/meldungen/2024/oktober/studie-jugendliche-sind-wieder-mehr-online.html>

<sup>2</sup> Haidt J (2024). Generation Angst, Rowohlt

<sup>3</sup> KMK (2025). Licht und Schatten im IQB-Bildungstrend 2024, Pressemitteilung,

<https://www.kmk.org/aktuelles/artikelansicht/licht-und-schatten-im-iqb-bildungstrend-2024.html>

<sup>4</sup> Eine Zusammenfassung gibt der ÜBERBLICK für den Durchblick Nr. 9: „Digitale Bildung – Ausweg aus der Bildungskatastrophe?“, Download diagnose-funk.org/2090

Engartner T (2020). Ökonomisierung schulischer Bildung, Rosa Luxemburg Stiftung

Engartner T (2024). Raus aus der Bildungsfalle, Westend

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

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

---

<sup>5</sup> „Leitlinie zur Prävention dysregulierten Bildschirmmediengebrauchs in Kindheit und Jugend“ (2023), Hrsg: Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin e.V. (DGKJ) u.a., [www.awmf.org/service/awmf-aktuell/praevention-dysregulierten-bildschirmmediengebrauchs-in-kindheit-und-jugend](http://www.awmf.org/service/awmf-aktuell/praevention-dysregulierten-bildschirmmediengebrauchs-in-kindheit-und-jugend); [www.diagnose-funk.org/2005](http://www.diagnose-funk.org/2005)

<sup>6</sup> Überblick für den Durchblick Nr.1: Wie wirkt Mobilfunk auf Tiere, Menschen und Pflanzen?  
Überblick für den Durchblick Nr.2: Ist Mobilfunk krebserregend? Download: [diagnose-funk.org/2090](http://diagnose-funk.org/2090)

<sup>7</sup> Müller S (2025). Wie verlieren unsere Kinder, Droemer

<sup>8</sup> Divan HA, Kheifets L, Obel C, Olsen J (2008). Prenatal and postnatal exposure to cell phone use and behavioral problems in children, *Epidemiology* 2008; 19 (4): 523-52  
<https://www.emf-portal.org/de/article/15935>

dies. (2012). Cell phone use and behavioural problems in young children, *J Epidemiol Community Health* 2012; 66 (6): 524-529, <https://www.emf-portal.org/de/article/18825>

Die Zahl der Kinder mit ADHS-Symptomen hat seit Einführung des Smartphones im Jahr 2007 bis zum Jahr 2014 stetig zugenommen hat, um ca. 76% bezogen auf 2006, und seitdem auf einem hohen Level stagniert. (vgl. „Gesund aufwachsen in der digitalen Medienwelt“ Hrsg. Michaela Glöckler, 2025, S. 34)

<sup>9</sup> Foerster M, Thielens A, Joseph W, Eeftens M and Rösli M (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](http://emf-portal.org/de/article/35641)

<sup>10</sup> Setia MS, Natesan R, Samant P, Mhapankar S, Kumar S, Singh IV, Nair A, Seth B (2025). Radiofrequency Electromagnetic Field Emissions and Neurodevelopmental Outcomes in Infants: A Prospective Cohort Study, *Cureus* 2025; 17 (7): e87671, <https://www.emf-portal.org/de/article/60360>

<sup>11</sup> Supper A, Teuchert-Noodt G (2021). "How learning doesn't work" Children evaluate their cell phone use – An empirical pilot study. *Neurol Neurosci*. 2021; 1(3):1-9.

<sup>12</sup> Nunes CO, Barriga EH (2025). Bioelectricity in Morphogenesis, *Annu Rev Cell Dev Biol* 2025; 41: 187-208, Volltext: <https://www.emf-portal.org/de/article/60997>

<sup>13</sup> Mumtaz S, Rana JN, Choi EH, Han I (2022). Microwave Radiation and the Brain: Mechanisms, Current Status, and Future Prospects, *Review, Int J Mol Sci* 2022; 23 (16): 9288

<sup>14</sup> K. Hoffmann, F. Bagorda, A. F. G. Stevenson & G. Teuchert-Noodt (2001). Electromagnetic exposure effects the hippocampal dentate cell proliferation in gerbils [*Meriones unguiculatus*], *Indian Journal of Experimental Biology*, Band39, Dezember 2001, S. 1220–1226

<sup>15</sup> Interview am 12.04.2023 und Dokumentation seiner Forschungsergebnisse auf <https://www.diagnose-funk.org/aktuelles/artikel-archiv/detail?newsid=1964>

**Peter Hensinger:** Wie kamen Sie dann zu der Vermutung, dass die mobilen Geräte des Mobilfunks und die Hochfrequenz auch das EEG beeinflussen können? Wie reagierte die Wissenschaft bzw. Ihr Arbeitgeber auf Ihre Ergebnisse?

**L. von Klitzing:** Da bei der Mobilfunktechnik gepulste HF-Felder zur Anwendung kommen, war damit das weitere Forschungsthema programmiert. Kaum gelangte dieses geplante Projekt an die Öffentlichkeit, beschäftigte sich

---

wiederum die Telekom mit meiner wissenschaftlichen Kompetenz, indem sie mit einem 10-Punkte-Programm gegen meine weiteren Aktivitäten vorstellig wurde. Doch die Universität sah keine Veranlassung, sich zu dem Thema zu äußern. Somit war erst einmal der Weg frei.

<sup>16</sup> Shahin S, Banerjee S, Singh SP, Chaturvedi CM (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, <https://www.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, <https://www.emfdata.org/de/studien/detail?id=734>

<sup>17</sup> Kim Ju Hwan, Kyung Hwun Chung, Yeong Ran Hwang, Hye Ran Park, Hee Jung Kim, Hyung-Gun Kim and Hak Rim Kim (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

Kim JH, Seok JY, Kim YH, Kim HJ, Lee JK, Kim HR (2024). Exposure to Radiofrequency Induces Synaptic Dysfunction in Cortical Neurons Causing Learning and Memory Alteration in Early Postnatal Mice. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(16). <https://www.emfdata.org/en/studies/detail?id=860>

<sup>18</sup> Manuela Macedonia (2024). *Beweg Dich! Und Dein Gehirn sagt danke!* Brandstaetter, 2024

<sup>19</sup> Bodin R, Godin L, Mougin C, Lecomte A, Larrigaldie V, Feat-Vetel J, et al. (2025). Altered development in rodent brain cells after 900 MHz radiofrequency exposure. (Veränderte Entwicklung von Nagetier-Gehirnzellen nach 900-MHz-Hochfrequenzbefeldung), *Neurotoxicology*. 2025;111 (August)

<sup>20</sup> 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

Bas O, Odaci E, Kaplan S, Acer N, Ucok K, Colakoglu S (2009). 900 MHz electromagnetic field exposure affects qualitative and quantitative features of hippocampal pyramidal cells in the adult female rat, *Brain Res* 2009; 1265: 178-185

Bas O, Odaci E, Mollaoglu H, Ucok K, Kaplan S (2009). Chronic prenatal exposure to the 900 megahertz electromagnetic field induces pyramidal cell loss in the hippocampus of newborn rats, *Toxicol Ind Health* 2009; 25 (6): 377-384

Bas O, Sönmez OF, Aslan A, İkinci A, Hancı H, Yildirim M, Kaya H, Akca M, Odaci. E (2013). Pyramidal Cell Loss in the Cornu Ammonis of 32-day-old Female Rats Following Exposure to a 900 Megahertz Electromagnetic Field During Prenatal Days 13-21, *Neuroquantology* 2013; 11 (4): 591-599

Odaci E, Hancı H, İkinci A, Sonmez OF, Aslan A, Sahin A, Kaya H, Colakoglu S, Bas O (2016). Maternal exposure to a continuous 900-MHz electromagnetic field provokes neuronal loss and pathological changes in cerebellum of 32-day-old female rat offspring, *J Chem Neuroanat* 2016; 75 Pt B: 105-110

<sup>21</sup> Hu C, Zuo H, Li Y (2021). Effects of Radiofrequency Electromagnetic Radiation on Neurotransmitters in the Brain. *Front Public Heal.* 2021;9 (August):1-15; DOI: 10.3389/fpubh.2021.691880

---

<sup>22</sup> Obajuluwa AO, Akinyemi AJ, Afolabi OB, Adekoya K, Sanya JO, Ishola AO (2017). Exposure to radio-frequency electromagnetic waves alters acetylcholinesterase gene expression, exploratory and motor coordination-linked behaviour in male rats, *Toxicol Rep* 2017; 4: 530-534

<sup>23</sup> Hu C, Zuo H and Li Y (2021). Effects of Radiofrequency Electromagnetic Radiation on Neurotransmitters in the Brain. *Front. Public Health* 9:691880. doi: 10.3389/fpubh.2021.691880:

*„Die Energie nichtionisierender Strahlung reicht nicht aus, um chemische Bindungen direkt aufzubrechen. Daher ist das Auftreten von DNA-Schäden bei Exposition gegenüber nichtionisierender EMF in erster Linie eine Folge der Bildung von ROS, gefolgt von oxidativem Stress. Zahlreiche Tierversuche haben eindeutig gezeigt, dass nichtthermische EMF oxidativen Stress verursachen kann (115, 116), insbesondere im Gehirn (3, 117–119). Es wurde dokumentiert, dass eine nicht-thermische EMF-Exposition von 900 MHz oder 2,45 GHz bei Ratten, sowohl kurz- als auch langfristig, durch die Induktion von oxidativem Stress neuronale Dysfunktionen und Apoptose von Pyramidenzellen im Hippocampus (117, 120) und Purkinje - Zellen im Kleinhirn (121) auslösen kann.“ (S.10)*

*„Lushchak et al. berichteten, dass die Exposition gegenüber elektromagnetischer Strahlung zunächst freie Radikale im Gehirn erzeugen kann, die später in ROS umgewandelt werden (126). Der Anstieg des ROS-Spiegels kann verschiedene Biomoleküle in der Zelle angreifen. Der erhöhte ROS-Spiegel kann wiederum die Freisetzung von Kalzium auslösen und dann die genetischen Faktoren aktivieren, die zu DNA-Schäden führen ( 110).“ (S.10)*

*„Es ist auch möglich, dass die verschiedenen Neurotransmissionseffekte nach HF-EMF-Exposition bei Tieren auf kombinierte Effekte in verschiedenen Hirnregionen zurückzuführen sind, wie z. B. neurophysiologische Veränderungen, Anstieg von Kalzium und ROS (radikale Sauerstoffspezies oder aggressive Sauerstoffradikale) und dadurch Schäden an der Zellmembran und die nachgeschalteten Signalveränderungen (S.11).“*

<sup>24</sup> 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>

<sup>25</sup> Yaghmazadeh O (2024). Pulsed High-Power Radio Frequency Energy Can Cause Non-Thermal Harmful Effects on the BRAIN, *IEEE Open J Eng* 2024; 5: 50-53, doi:10.1109/OJEMB.2024.3355301, <https://www.emf-portal.org/de/article/53641>

<sup>26</sup> Salford LG, Brun AE, Eberhardt JL, Malmgren L, Persson BR (2003). Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones. *Environ Health Perspect* 111 (7): 881-3  
<https://www.emf-portal.org/de/article/9462>

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)

<sup>27</sup> Grafen K. (2022). Albumin als Schlüsselmarker. *DHZ – Deutsche Heilpraktiker Zeitschrift*, 2022; 6: 56–59 | © 2022. Thieme.

<sup>28</sup> Dokumentation der Studien von Lebrecht von Klitzing und Interview: <https://www.diagnose-funk.org/aktuelles/artikel-archiv/detail?newsid=1964>

<sup>29</sup> Lin JC (2022). Carcinogenesis from chronic exposure to radio-frequency radiation, *Frontiers in Public Health*, [frontiersin.org/journals/public-health/articles/10.3389/fpubh.2022.1042478/full](https://frontiersin.org/journals/public-health/articles/10.3389/fpubh.2022.1042478/full) bzw. [kurzlinks.de/ymsb](https://kurzlinks.de/ymsb)

Lin JC (2019). The Significance of Primary Tumors in the NTP Study of Chronic Rat Exposure to Cell Phone Radiation, *IEEE Microwave Magazine*, November 2019; [ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8866792](https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8866792)

---

Lin JC (2018). Clear Evidence of Cell-Phone RF Radiation Cancer Risk, IEEE Microwave Magazine, Sep/Oct 2018; [ieeexplore.ieee.org/document/8425056](http://ieeexplore.ieee.org/document/8425056)

<sup>30</sup> Mona Nilsson, Lennart 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; <https://www.diagnose-funk.org/2288>  
<https://cdn.fortunejournals.com/articles/increasing-numbers-of-children-aged-5-19-years-with-memory-problems-in-sweden-and-norw-6333.pdf>

<sup>31</sup> Zierer, K. (2021). Zwischen Dichtung und Wahrheit: Möglichkeiten und Grenzen von digitalen Medien im Bildungssystem, Pädagogische Rundschau, 75. Jg, S.377-392, Download: [www.diagnose-funk.org/2001](http://www.diagnose-funk.org/2001)

<sup>32</sup> Lankau R (2023). Unterricht in Präsenz und Distanz. Lehren aus der Pandemie, Beltz

Möller C, Fischer FM (2023). Internet- und Computersucht. Ein Paxishandbuch für Therapeuten, Pädagogen und Eltern, 3. Auflage, Kohlhammer Stuttgart

Spitzer M (2022). Digitalisierung in Kindergarten und Grundschule schadet der Entwicklung, Gesundheit und Bildung von Kindern, Nervenheilkunde 2022; 41(11): 797-812  
DOI: 10.1055/a-1826-8225 [thieme-connect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/a-1826-8225](http://thieme-connect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/a-1826-8225)

<sup>33</sup> Aufruf: Humane und emanzipierende Bildungspolitik vs. digitale Transformation, 12.03.2025, <https://die-paedagogische-wende.de/aufruf-bildungspolitik-2025/>

Durch Grafiken ergänzte Version gegenüber dem Originalmanuskript 19.11.2025.