

WLAN an Kindertagesstätten und Schulen: Ein Hype verdeckt die Risiken

Peter Hensinger

„Die Ausstattung der Schulen mit WLAN-Systemen ist gesetzlich zu verbieten.“

(Prof. K. Hecht)

Die geplante „Digitale Bildung“ fußt auf der Infrastruktur von Smartphones, Tablets und WLAN (Wireless Local Area Network). WLAN ist dabei das Herzstück der mobilen Datenübertragung. WLAN gilt inzwischen als Statussymbol für eine moderne Schule. Zur WLAN-Mikrowellen-Frequenz von 2.450 MHz und seiner Taktung mit 10 Hz gibt es Untersuchungen, die erhebliche Risiken für die Gesundheit nachweisen. Eine Zusammenschau der Erkenntnisse aus der Hirnforschung über die Wirkung des durch digitale Medien beschleunigten Überflusses an Informationen, der Reizüberflutung und der Ergebnisse der Forschung zu Risiken der Strahlungseinwirkungen auf den Gehirnstoffwechsel führt zu einem tieferen Verständnis des Schädigungspotenzials. Insbesondere das reifende Gehirn von Kindern ist gefährdet. Eine Diskussion darüber wird von den zuständigen Ministerien und Kultusbehörden nicht geführt, sondern es wird versucht, besorgte Eltern mit Fortschrittserzählungen und Textbausteinen zu beruhigen.

Schlüsselwörter: WLAN, Stand der Forschung, Digitale Bildung, Digitalisierung, Mikrowellenstrahlung, Lernen, Gehirn, Grenzwerte

Keywords: WLAN, state of research, digital literacy, digitization, microwave radiation, learning, brain, limits

Mit dem Schuljahr 2019/2020 trat in Deutschland der Digitalpakt Schule in Kraft. Es fehlt zwar an qualifizierten Lehrkräften, an ErzieherInnen, Schul-SozialarbeiterInnen und -PsychologInnen, doch die Zweckbindung der Pakt-Gelder von 5 Milliarden Euro soll die Schulen zu Investitionen in digitale Infrastruktur und Endgeräte zwingen. Im September 2019 trafen sich in Berlin 700 Lobbyisten der Telekom-Branche im „Forum Bildung Digitalisierung“, so berichtet der Berliner Tagesspiegel, mit dem Ziel abzusprechen, wie die Digitalisierung mit mehr Druck durchgesetzt werden kann, denn es gehe darum *„einen Markt zu entwickeln“*: *„Der weltweit agierende Bertelsmann-Konzern hat eine eigene Sparte Bildung (Bertelsmann Education Group) gegründet, die mit der Digitalisierung eine Milliarde Euro Umsatz erzielen soll. Die Konzerne Telekom und Vodafone dürften wohl die direktesten Nutznießer einer Digitalisierung der Schulen sein. Der Großteil der fünf Milliarden Euro, die mit dem Digitalpakt investiert werden, ist dafür vorgesehen, deutsche Schulen ans schnelle Internet anzuschließen – das ist das Geschäftsfeld von Telekom und Vodafone“* (FÜLLER 2019). Das Konzept „Digitale Bildung“ mit seiner Hauptschlagader WLAN für Kitas und Schulen kommt von der Industrie, nicht aus der Erziehungswissenschaft.

Der WLAN-Hype hat sich verselbständigt, sodass Schulleiter in Baden-Württemberg Eltern mitteilen, es sei Anweisung des Kultusministeriums, dass WLAN installiert werden muss. Auf eine Anfrage des „Ärztarbeitskreises digitale Medien Stuttgart“ stellte Ministerin Dr. Susanne Eisenmann jedoch klar, dass es *„keine Anweisung des Kultusministeriums (gibt), an Schulen WLAN zu installieren, zumal für die sächliche Ausstattung der Schulgebäude die jeweiligen Schulträger zuständig sind“* (Brief vom 27.06.2018). Doch diese Autonomie wird jetzt durch eine Zwangs-WLANisierung unterlaufen. Die finanzielle Förderung digitaler Geräte erfolge nur, *„wenn die Vernetzung etwa über WLAN gewährleistet ist“* (Stuttgarter Zeitung, 02.10.2019). Das Wort „etwa“ lässt auf Spielräume in der Ausgestaltung hoffen.

Über WLAN-Access-Points sollen die Lerndaten mit Smartphones und TabletPCs zwischen Lehrern, Schülern und der Schulcloud gesendet und empfangen werden. WLAN ist eine lizenzfreie Funkfrequenz, der Datenverkehr ist vor Zugriffen von außen so gut wie nicht geschützt. Smartphones, Tablets und WLAN-Router senden und empfangen über die 2.450 MHz (= 2,45GHz) Mikrowellenfrequenz. Sie ist mit 10 Hz getaktet. Körperzellen werden damit permanent nicht-ionisierender Strahlung ausgesetzt. „Freies“ WLAN ermöglicht zudem Kindern und Jugendlichen die kostenlose Smartphone-Dauernutzung.

Die Toxizität der Mobilfunkstrahlung

Eine der ersten Forschungen, bei der DNA-Strangbrüche nachgewiesen wurden, war die Studie von Henry Lai (1996). Er nutzte die WLAN-Frequenz von 2.450 MHz. DNA-Strangbrüche sind eine Vorstufe von Krebs. Das Krebs auslösende Potential der nicht-ionisierenden Strahlung wurde seither mehrfach bestätigt, u. a. durch die REFLEX-Studien, die NTP-Studie des National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS) der US-Regierung (NTP 2018a&b), durch die Ramazzini-Studie (FALCIONI 2018), die Studie der österreichischen Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt AUVA (ATHEM-2 2016) und die Studien von Hardell (HARDELL 2018). Dazu kommt: Im März 2015 gab das deutsche Bundesamt für Strahlenschutz die Ergebnisse seiner Replikationsstudie bekannt, dass eine krebspromovierende Wirkung unterhalb der Grenzwerte als gesichert (!) angesehen werden muss (LERCHL et al. 2015). Die Folgestudie (LERCHL 2018) kam wiederum zu diesem Ergebnis.

Nicht nur das Krebsrisiko ist nachgewiesen, auch pathologische Auswirkungen auf Spermien- und Embryos (MUTTER/HENSINGER 2019), und ebenso zu vielen unspezifischen Symptomen (HENSINGER/WILKE 2016). Beispielhaft für die Breite des

Schädigungspotentials stehen die Studienergebnisse zu WLAN. Sie haben eine besondere Relevanz, da WLAN inzwischen eine der meistgenutzten Frequenzen ist.

Grundsätzlich ist die Toxizität der Mobilfunkstrahlung bestätigt, dokumentiert in den aktuellen Reviews z. B. von Belpommes (2018), Bortkiewicz (2016), Carlberg/Hardell (2017), Kocaman (2018), Miller (2019), Prasad (2017) und auf den Datenbanken www.EMFData.org (diagnose:funk) und www.emf-portal.de (Bundesregierung bis 2017). Bereits 2005 kritisierte das Bundesamt für Strahlenschutz in seinen „Leitlinien Strahlenschutz“ (BfS 2005) die „unkontrollierte Exposition“ der Bevölkerung, weil diese Technologie ohne Technikfolgenabschätzung eingeführt werde. Es wurden Risiken benannt, z. B. die krebspromovierende Wirkung, gesetzliche Regelungen eingefordert und heute noch aktuelle Grundsätze für den Strahlenschutz formuliert. Der Branchenverband BITKOM forderte umgehend, dass die Leitlinien zurückgezogen werden. Man hatte schließlich kurz zuvor 50 Milliarden Euro Lizenzgebühren für die UMTS-Frequenzen bezahlt. Die Leitlinien wurden zurückgezogen, neue wurden bis heute nicht erarbeitet.

Strahlenbelastung durch WLAN (2.450 MHz)		
Quelle	Entfernung	Belastung in $\mu\text{Watt}/\text{m}^2$
Access Point	0,2 m	149.204 **
	1,0 m	12.838 **
	1,5 m	1.009 *
	3,5 m	566 *
Laptop	0,5 m	27.161 *
	1,0 m	2.650 *
WLAN-Client	0,2 m	205.411 **
	1,0 m	8.216 **
Referenzwerte: Grenzwert-Empfehlungen des BUND (Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland): 1 $\mu\text{Watt}/\text{m}^2$ bei Dauerbelastung und 100 $\mu\text{Watt}/\text{m}^2$ als einklagbarer Schutzstandard. „Leitfaden Senderbau“ (u. a. Österreichische Ärztekammer und Wirtschaftskammer): Höchstwert von 1.000 $\mu\text{Watt}/\text{m}^2$ für die Summe aller Quellen und Sendeanlagen.		
* IMST Studie ** ECOLOG-Studie (Peak-Werte)		

Offizielle Warnungen vor Dauerbestrahlung

WLAN sendet i.d.R mit einer konstanten Leistung von < 100 mW im 2,4 GHz-ISM-Band. Der Nutzer ist hohen Belastungen, je nach Entfernung und Quelle bis zu 200.000 $\mu\text{Watt}/\text{m}^2$ ausgesetzt (siehe Tabelle). WLAN ist meistens nicht automatisch leistungsgeregelt. Das verdeutlicht, dass die Rede vom „schwachen“ WLAN nicht zutreffend ist. Zumal auch hier gilt: $\text{Dauer} \times \text{Leistung} = \text{Dosis}$ machen das Gift. Diese Problematik sehen auch offizielle Stellen:

Bundesamt für Strahlenschutz: „Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) empfiehlt generell, die persönliche Strahlenbelastung zu minimieren, um mögliche, aber bisher nicht erkannte gesundheitliche Risiken gering zu halten. Einfache Maßnahmen sind hierfür:

- *Bevorzugen Sie Kabelverbindungen, wenn auf Drahtlostechnik verzichtet werden kann.*
- *Vermeiden Sie die Aufstellung von zentralen WLAN-Zugangspunkten in unmittelbarer Nähe der Orte, an denen sich Personen ständig aufhalten, zum Beispiel am Arbeitsplatz.*
- *Falls vorhanden, stellen Sie die Reichenweitenbegrenzung ein, um die maximale Strahlungsleistung zu reduzieren“ (BUNDESAMT FÜR STRAHLENSCHUTZ 2012).*

Bedienungsanleitung Telekom-WLAN-Router: „Die integrierten Antennen Ihres Speedport senden und empfangen Funk-signale bspw. für die Bereitstellung Ihres WLAN. Vermeiden Sie das Aufstellen Ihres Speedport in unmittelbarer Nähe zu Schlaf-, Kinder- und Aufenthaltsräumen, um die Belastung durch elektromagnetische Felder so gering wie möglich zu halten“ (TELEKOM 2017).

Die übereinstimmende Aussage: WLAN sollte nicht in der Nähe von Personen installiert werden. Die Forschungslage untermauert diese Sicherheitshinweise.

WLAN-Risiken durch mehr als 100 Studien belegt

Bereits 2014 wurde im Springer-Reference-Book „Systems Biology of Free Radicals and Antioxidants“, also auf hoher wissenschaftlicher Ebene, die Metastudie „Effects of Cellular Phone- and Wi-Fi-Induced Electromagnetic Radiation on Oxidative Stress and Molecular Pathways in Brain“ von Naziroglu/Akman publiziert, die darauf hinweist, dass gerade auch schwache WLAN-Strahlung gesundheitsschädlich ist. Als Schädigungsmechanismus wurde Oxidativer Zellstress durch die Überproduktion von Freien Radikalen (ROS, Reactive Oxygen Species) identifiziert (s. Abb. 1). Er ist als ein Wirkmechanismus für die Frequenzen der nicht-ionisierenden Strahlung durch mehr als 100 Studien nachgewiesen (YAKYMENKO 2016).

Ein aktuelles Studienergebnis, das den Einsatz in Kitas und Schulen konterkariert, veröffentlichte der ElektromogReport im 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 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.“

Diese Wirkungen auf das Gehirn stehen offensichtlich im Gegensatz zu den Zielen jeglichen Lernens. Das ist kein anekdotisches Einzelergebnis. Die bisher größte 2,45 GHz – Überblicksstudie (Review) „Biologische und pathologische Wirkungen der Strahlung von 2,45 GHz auf Zellen, Kognition und Verhalten“ (WILKE 2018) analysiert mehr als 100 Studien.

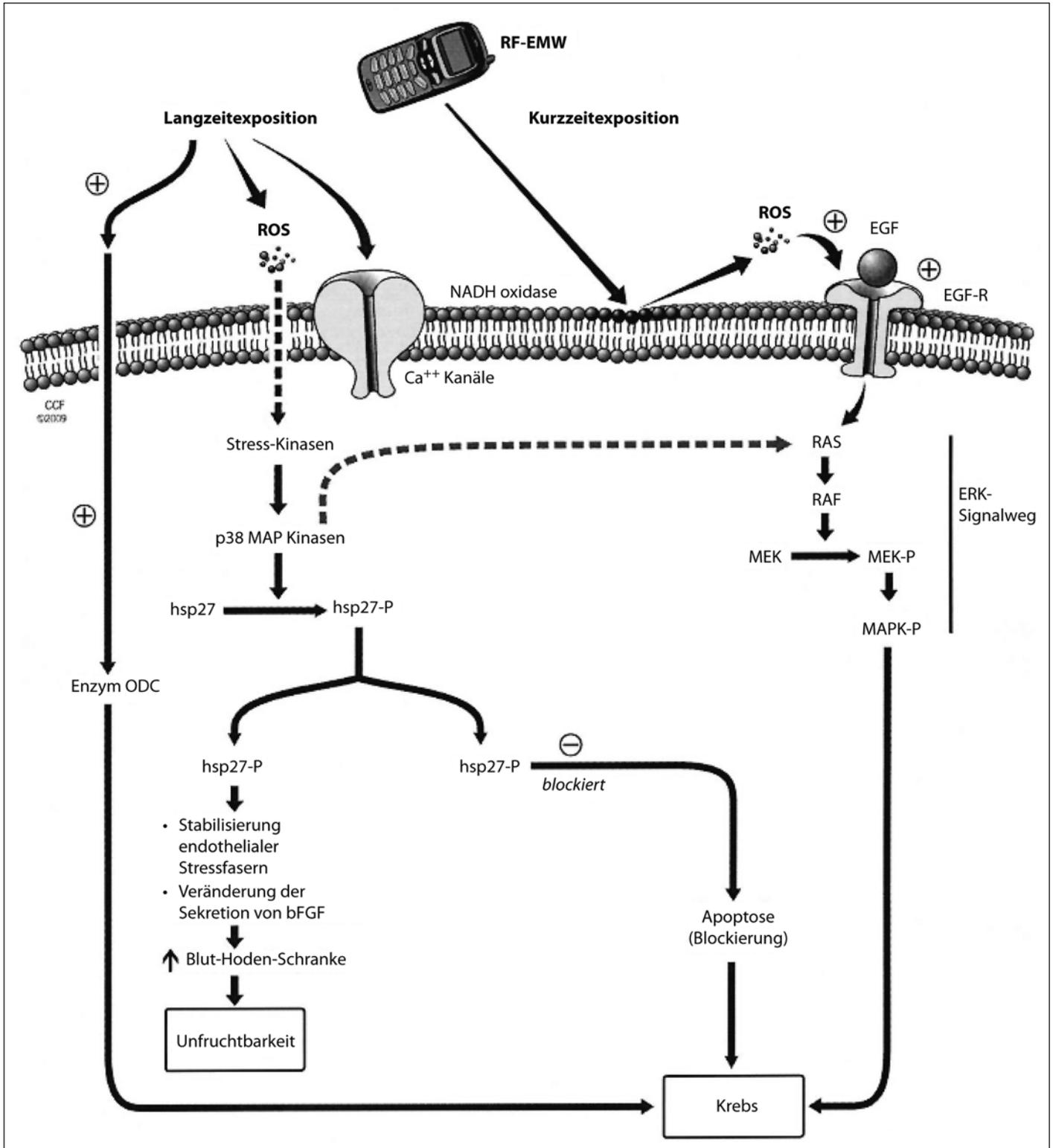


Abb. 1: „Diese Abbildung zeigt die verschiedenen Angriffspunkte auf Zellebene für die elektromagnetischen Wellen im Bereich der Funkfrequenzen (RF-EMW). Akute (kurzzeitige) Exposition gegenüber elektromagnetischen Funkwellen kann die NADH-Oxidase in der Plasmamembran anregen, was die Bildung von reaktiven Sauerstoffspezies (ROS) steigern kann. Eine Zunahme der ROS kann den Rezeptor des endothelialen Wachstumsfaktors (EGF) anregen, was wiederum den Weg der extrazellulären signalgesteuerten Kinase (ERK) aktivieren kann. Der Weg der ERK beinhaltet die darauf folgende Aktivierung der Ras- und Raf-Proteine und der mitogenaktivierten Proteinkinase (MAPK). Der Weg der MAPK spielt eine Rolle bei der Förderung von Tumoren. Chronische Exposition gegenüber reaktiven Sauerstoffspezies (ROS) kann verschiedene Stress-Kinasen aktivieren (p38 MAP-Kinase). Die Aktivierung der p38-MAP-Kinase kann den Weg der ERK anregen und auch zur Phosphorylierung von Hitzeschockproteinen (Hsp) führen, was die Apoptose hemmt. Die Hemmung der Apoptose könnte die Krebsentstehung fördern, indem das Überleben von Zellen mit beschädigter DNA verlängert wird. Hitzeschockproteine stabilisieren auch die endothelialen Stressfasern (endothelial stress fibers) und verändern das Ausscheiden von bFGF. Dies kann zu einer Erhöhung der Durchlässigkeit der Blut-Hoden-Schranke führen und Unfruchtbarkeit bedingen. Elektromagnetische Funkwellen können auch Krebs fördern, indem sie die ornithine Decarboxylase (ODC) anregen, ein Enzym, das beim Weg der Polyaminsynthese die Entstehungsquote drosselt, und auch indem sie in die Kalziumkanäle in der Plasmamembran eingreifen.“ Aus: Desai NR, Kesari KK, Agarwal A (2009): *Review – Pathophysiology of cell phone radiation: oxidative stress and carcinogenesis with focus on male reproductive system. Reproductive Biologie and Endocrinology* 2009, 7: 114, doi: 10.1186/14777827-7-114, auf Deutsch in: *umwelt · medizin · gesellschaft* 3/2010

Dieser Review dokumentiert schädigende Wirkungen auf das EEG und Gehirnfunktionen (12 Studien), auf die Fruchtbarkeit (18), die DNA und die Krebsentwicklung (29), auf das Herz (5), die Schilddrüse (3), die Genexpression (5), die Apoptose (9), die Leber (4) und das Zellwachstum (4). 41 Studien weisen als Schädigungsmechanismus oxidativen Zellstress nach, 22 Studien negative Wirkungen auf Kognition, Lernen, Aufmerksamkeit und Verhalten (s. Abb. 2 u. 3). Er kommt zu dem Schluss: „Die geltenden Grenz- und SAR-Werte schützen nicht vor den gesundheitlichen Risiken der WLAN-Strahlung. Die negativen Auswirkungen auf Lernen, Aufmerksamkeit und Verhalten begründen für Erziehungsinstitutionen aller Altersstufen einen Verzicht auf WLAN-Anwendungen ... WLAN sollte nicht in Schlafzimmern, an Arbeitsplätzen, in Aufenthaltsräumen, Krankenzimmern, Hörsälen, Klassenzimmern und in öffentlichen Verkehrsmitteln genutzt werden.“

**Lernen und WLAN:
Auswirkungen auf Kognition und Verhalten**

Der Review von Wilke, als Beilage in *umwelt · medizin · gesellschaft* publiziert, zeigt, dass enorm viele Studien Auswirkungen auf Gehirnfunktionen und damit negative Wirkungen auf Lernen und Verhalten nachweisen. Einige Beispiele:

- 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 feuernenden Nervenzellen, die Auswirkungen auf die Blut-Hirn-Schranke und die Konzentration der Neurotransmitter an den Synapsen hat, so die Forscher.
- Lai und Singh (2014), Wang/Lai (2000) fanden heraus, dass sowohl cholinerge als auch endogene Opioid-Neurotransmittersysteme im Gehirn am Defizit des räumlichen Lernens und des Gedächtnisses nach Einwirken geringer Felder von 2,45 GHz betroffen sind. Die Cholin-Aufnahme (als Maß für cholinerge Aktivität) im Hippocampus war signifikant vermindert. Räumliches Lernen und Gedächtnis waren beeinträchtigt.
- Yang et. al (2012) liefern direkte Beweise dafür, dass die 2,45-GHz-Strahlung Stressreaktionen im Hippocampus von Ratten auslöst.
- Chaturvedi et al. (2011) haben bei männlichen Mäusen das Verhalten nach Bestrahlung beobachtet. Im Laufrad und Wasserlabyrinth verhielten sich die Mäuse nach 30 Minuten Bestrahlung signifikant verschieden von den unbestrahlten Tieren. Das räumliche Gedächtnis war beeinträchtigt.

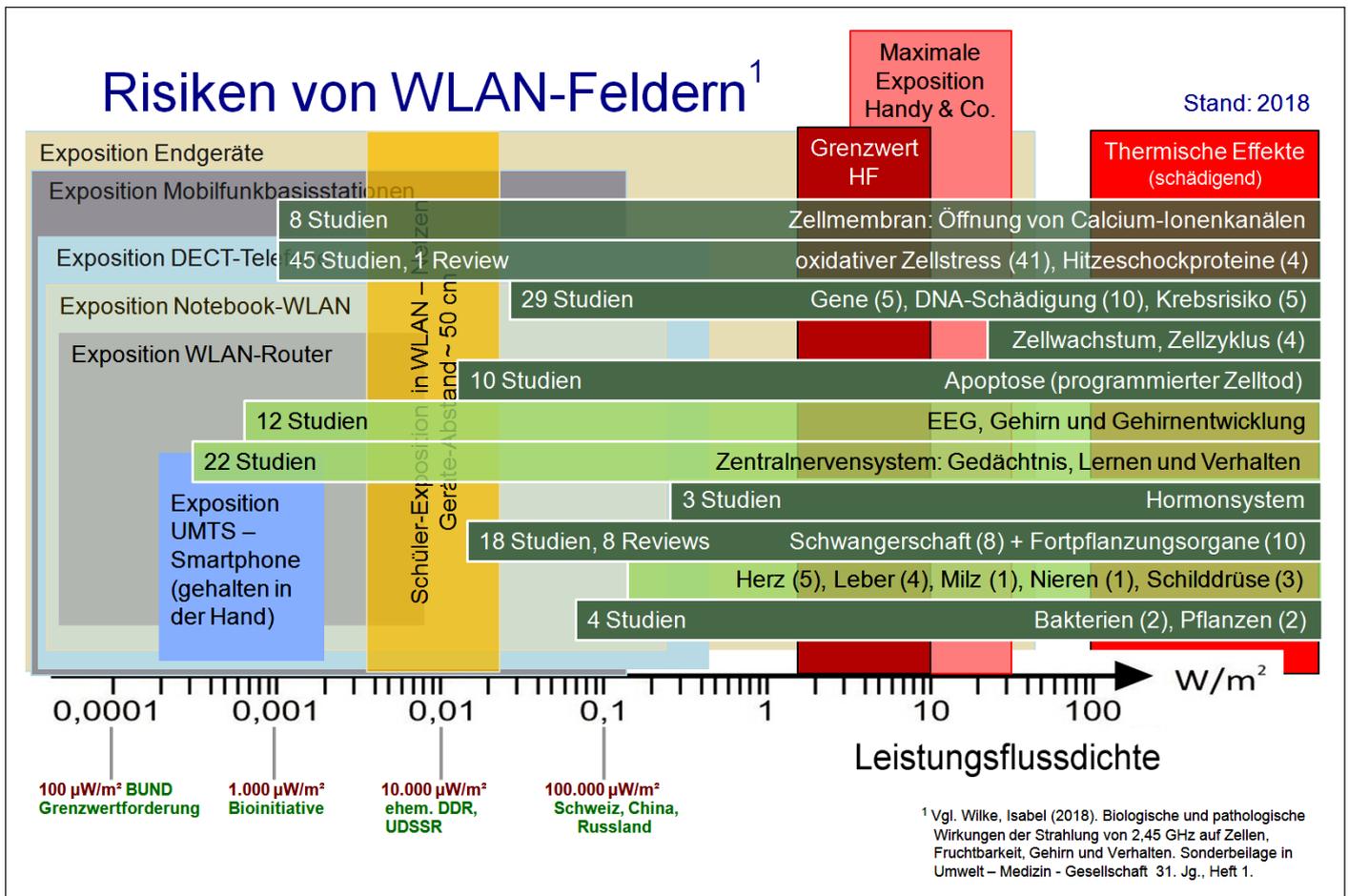


Abb. 2: Auswertung des WLAN-Reviews von Wilke (2018) durch Dr. Klaus Scheler. Ausgewertete Studien nach Endpunkten, Leistungsflussdichte, im Verhältnis zu den Grenzwerten und Expositionsszenarien.

- Deshmukh et al. (2015) verwendeten die Frequenzen 900, 1.800 und 2.450 MHz zur Untersuchung der Frage, welche Wirkungen chronische Mikrowellenbestrahlung geringer Intensität auf Lernfähigkeit, Gedächtnis, Hitzeschockproteine (HSP) und DNA-Schädigung in Rattenhirnen haben. 180 Tage lang wurden männliche Tiere mit sehr geringen Feldstärken bestrahlt. Räumliche Orientierung, Lern- und Gedächtnisleistung waren bei allen 3 Frequenzen beeinträchtigt. In den Gehirnen waren HSP70-Gehalt und DNA-Strangbrüche signifikant erhöht. Dasselbe fanden Li et al. (2008) heraus.
- Sinha (2008) hat neben dem veränderten Verhalten der Ratten und des EEGs durch 2,45 GHz auch Beeinträchtigungen der Schilddrüsenhormone gefunden. Das Verhalten der bestrahlten Tiere unterschied sich signifikant von dem der unbestrahlten: Die bestrahlten Tiere erwiesen sich als hyperaktiv.

Mortazavi et al. (2011) untersuchten 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 war bei den Vielnutzern größer als erwartet. Dass hochfrequente elektromagnetische Felder von Mobiltelefonen sich nachteilig auf die Entwicklung der Gedächtnisleistung von bestimmten Gehirnre-

gionen, insbesondere das figurale Gedächtnis auswirken, ergab eine Studie mit fast 700 Jugendlichen in der Schweiz. Sie wurde vom Schweizerischen Tropen- und Public Health-Institut durchgeführt (FÖRSTER 2018). Die Erkenntnis, dass nicht-ionisierende Strahlung durch oxidativen Stress die Blut-Hirn-Schranke öffnet und dadurch Giftstoffe ins Gehirn gelangen, untermauert das Schädigungspotential (BELPOMME 2018: 648,652). Studien zu WLAN zeigen einen signifikanten Zusammenhang mit Kopfschmerzen und Erschöpfung (CHIU 2015, CHO 2016, REDMAYNE 2013, WANG 2017).

Gehirneigene Rhythmen und die 10 Hz-Taktung von WLAN

WLAN ist mit der 10 Hz-Frequenz gepulst. Die Alpha-Wellen-Komponente des Elektro-Enzephalogramms hat eine mittlere Frequenz von 10 Hz (HECHT 2017). In der Untersuchung von Rütger Wevers im berühmten Bunker von Andechs wurde die Wechselbeziehung zwischen circadianer Rhythmik des Menschen und der 10 Hz-Frequenz der elektromagnetischen Felder der Erde nachgewiesen (s. dazu HECHT 2018:9). Prof. Karl Hecht schreibt in seinem Artikel „Welche Unterschiede bestehen für die menschliche Gesundheit bei Wirkungen des Schumann-10-Hz geomagnetischen Felds und bei Wirkung der 10-Hz-Pulsation der WLAN elektromagnetischen Strahlungen?“, dass

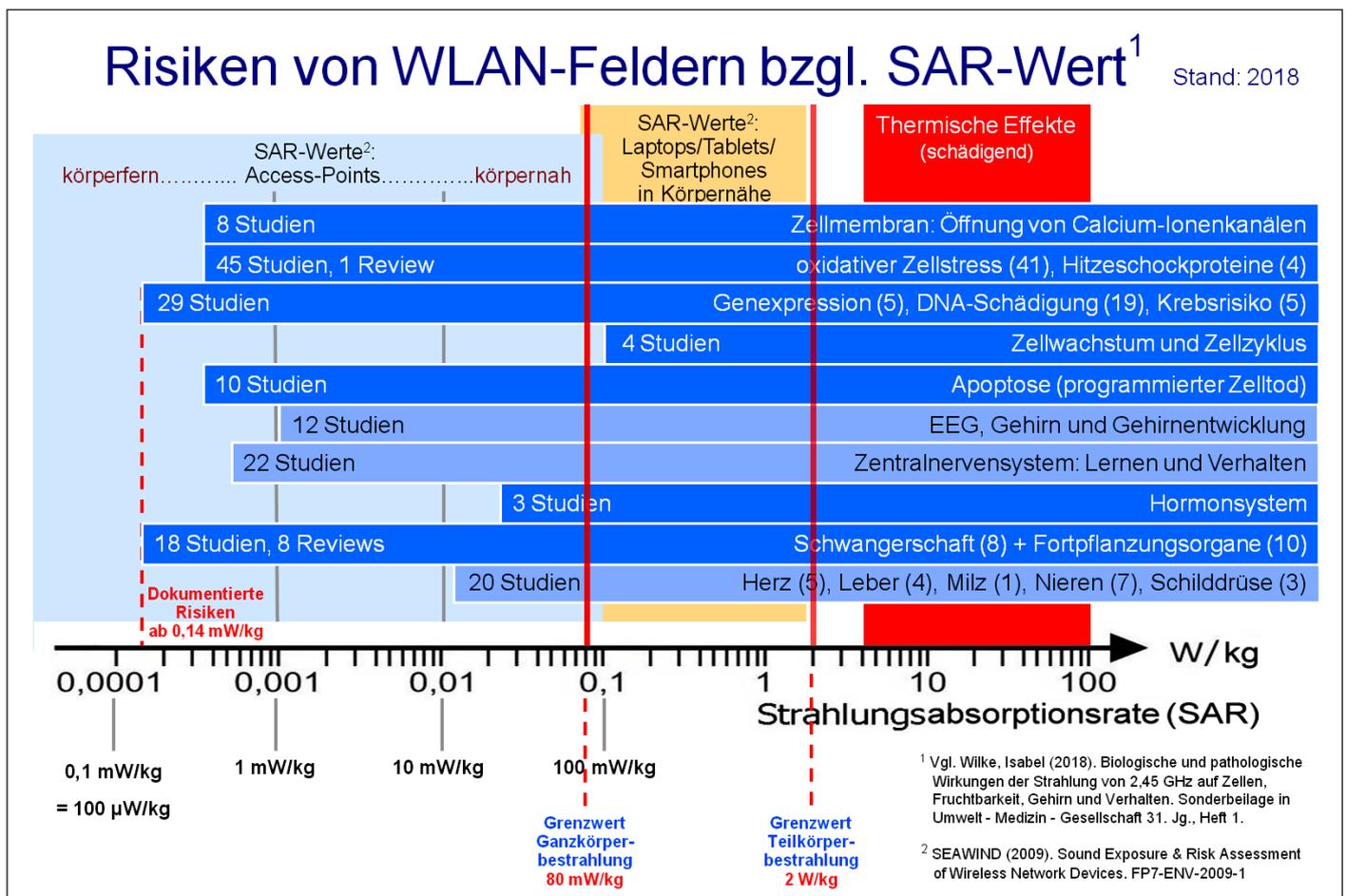


Abb. 3: Auswertung des WLAN-Reviews von Wilke (2018) durch Dr. Klaus Scheler. Ausgewertete Studien nach Endpunkten und im Verhältnis zu den SAR-Werten.

technische Frequenzen starr genormt sind und deshalb keine Synchronisationen mit natürlichen Lebensfrequenzen eingehen können. Sie wirken daher als Stressoren: „Die 10-Hz-Pulsation der WLAN-EMF-Strahlung stellt Impulse und keine wellenförmigen Frequenzen dar und ist daher ein erheblicher Störfaktor der sensiblen natürlichen bioelektrischen Frequenzen des Menschen.“ Die Konsequenz: „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). Dieses Postulat von Hecht wird durch Erkenntnisse aus den Arbeiten der Hirnforscherin Prof. Gertraud Teuchert-Noodt über Hirnrhythmen untermauert:

„Aktivität steht im Mittelpunkt allen neuronalen Reifungsgeschehen. 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.“ (TEUCHERT-NOODT 2019a:86). Sie schreibt weiter: „Nicht nur exogene Sinnesreize, sondern auch endogene Oszillatoren sind Spender von Aktivität für die Hebbische Synapsenplastizität. Rhythmische Aktivitäten hinterlegen nicht nur die Verarbeitung von Sinnesreizen, sondern auch die Kontrolle und Assoziationen von Wahrnehmung, die Entscheidungsfindung und Umsetzung in Handlungsfolgen ... Oszillatoren im Frequenzbereich von 0,1 bis 3 Hz (Delta) bis < 30 Hz (Gamma) sind unmittelbar an die Tätigkeiten von neurochemischen Aspekten und Verhaltensaspekten gekoppelt und mitsamt deren spezifischen Antwortmustern auch selber veränderbar. Sie sind der chemischen Erregungsübertragung an Geschwindigkeit weit überlegen“ (TEUCHERT-NOODT 2017:162-163).

Eine Grundlage für unser Denken und Lernen sind also Taktungen bzw. Wellen im Gehirn, die eine schnelle Informationsverarbeitung ermöglichen (s. Abb. 4).

Stressor Reizüberflutung

In der Literatur wird dem Alpha-Frequenzband von 8 bis 13 Hz eine Funktion bei Entspannung, unterbewusstem Lernen, nach außen gerichteter Aufmerksamkeit, in der Summe für gute Intelligenzleistung zuständig zugeordnet. Durch die Interferenz verschiedener Frequenzen und Taktungen bildet sich, so Teuchert-Noodt, eine kortikale Phasensynchronisation als Grundlage für Konzentration und Gedächtnisbildung aus, doch: „Extrembelastungen durch Medien überfordern die raumzeitlichen Rahmenbedingungen der ablaufenden Stoffwechselprozesse und verhindern hirnrhythmische Normalität“ (ebda). Damit meint sie u.a. den Overflow an Informationskaskaden, denen die Gehirnreifung durch digitale Medien ausgesetzt ist: „Unter dem Einfluss von erheblichen Stressfaktoren wird die Reifung von Transmittieren und Hormonen in ein pathologisches Ungleichgewicht versetzt. Wie wir aus eigenen Untersuchungen wissen, wird die natürliche Bahnung im limbischen System überhöht (u. a. Sitz des für Sucht verantwortlichen Belohnungssystems, d. Verf.) und gleichzeitig diejenige zu höheren Etagen (dem Stirnhirn, d. Verf.) beeinträchtigt (u. a. siehe Busche et al. 2005; Winterfeldt et al. 1998). Das alles erzeugt Dissonanzen im neuro-psychischen

Verhalten. Lernstörungen, Hyperaktivität und autistische Symptome nehmen Gestalt an“ (TEUCHERT-NOODT 2018). Das sind Folgen einer Störung des Ablaufs der kortikalen Phasensynchronisation. Teuchert-Noodt nennt diese Abweichungen von hirnrhythmischer Normalität Hirnrhythmusstörungen. Konkret konnte sie in ihrem Labor nachweisen, dass die Reizüberflutung die Versorgung des Belohnungssystems mit Dopamin beschleunigt, bei gleichzeitiger Unterversorgung des Stirnhirns, unserer Kommandozentrale. Die dynamische Phase der Hirnreifung wird dadurch blockiert, Sucht initiiert. Dopamin und Serotonin versorgen das Stirnhirn jeweils über eine 4 Hz Pulsation. Dass diese im Zusammenhang mit serotonergen Defiziten gestört ist, haben klinische Studien zur Depression belegt (TEUCHERT-NOODT 2019b). Kommt es zu diesen Störungen in prägenden Entwicklungsfenstern, können sie irreversible Folgen haben.

Vorausschauend beschrieb vor über 10 Jahren Frank Schirrmacher in dem Buch „Payback“ die Konsequenzen der Unterwerfung des Gehirns unter die Datenströme: „Die Leistungen von Multitaskern werden in einigen Bereichen immer fehlerhafter, beginnen sogar zu sinken. Die Fähigkeit des Menschen zu denken, wird immer fehlerhafter (...) Die Zunahme der permanenten Ablenkungen führt immer mehr zu einer grundlegenden Unterhöhlung der geistigen Kontrolle (...): Weil im Gehirn sowohl Gedächtnis – wie Aufmerksamkeitsregion betroffen sind – mit Folgen nicht nur fürs Lernen, sondern auch für die Manipulationsanfälligkeit und Verführung von Menschen (...) Das Denken wandert nach außen“ (SCHIRRMACHER 2009:72). Dieses „Multitasking als Körperverletzung“ (ebda) wurde materiell nachgewiesen bei Teuchert-Noodt als Hirnrhythmusstörungen, ausgelöst von einem Computer, der kein Medium, sondern, wie Schirrmacher analysiert, ein Akteur ist: „Denken wird zum Zuschauer-Sport und ordnet sich der Autorität von Maschinen unter (...). Aufmerksamkeit, Zeit und Konzentration reichen nicht aus, die eigenen Äußerungen gleichermaßen innerlich zu verarbeiten. Die unmittelbare Folge ist, dass Menschen von den Maschinen nicht mehr loskommen. Sie kleben mit ihren Wünschen an ihnen fest“ (SCHIRRMACHER 2009:80 ff.). Zehn Jahre später zeigen Forschungen und die Untersuchungen vieler Krankenkassen, wie im Smartphone-Zeitalter durch Dauernutzungsstress und Smartphonesucht u. a. Burn-Out, Aufmerksamkeits-, Schlaf- und Sprechstörungen, Lese-, Mathematik- und Schreibschwächen massiv ansteigen (HENSINGER 2017, LANKAU 2017, LEIPNER 2015, SPITZER 2019). Die Vertreter der Medienpädagogik, die schon digitale Medien ab den Kitas empfehlen, sind aufgefordert, endlich zu diesen Forschungsergebnissen Stellung zu beziehen.

Stressor elektromagnetische Wellen

Teuchert-Noodt untersuchte, lange vor der heute bestehenden Mobilfunkproblematik, bereits 2001 den Einfluss von niederfrequenten elektromagnetischen Wellen auf das Gehirn. Ein Ergebnis ist: „Exposure to 1, 29 and 50 Hz resulted in a statistically significant reduction of cell proliferation rates, but only the 50 Hz-group manifested the effect highly significantly (-29,3 %)“ (HOFFMANN 2001). Die Strahlung wirkt als Stressfaktor in den Zellen. Wir müssen die Frage stellen: Wenn diese endogenen Frequenzbänder von ca. 0,1 bis < 30 Hz durch einen WLAN-Dauerimpuls von 10 Hz überlagert werden, welche Folgen

könnte dies haben? Diese Wirkungen erläutert Teuchert-Noodt in einem Interview in *umwelt · medizin · gesellschaft* 3/2017 in der Antwort auf die Frage „Sie warnen vor Elektromog, er könne das Denken beeinflussen. Warum?“:

„Es gibt inzwischen viele Hinweise darauf, dass Elektromog Anlass zur Tumorbildung im Gehirn gibt. Aber es gibt kaum Erkenntnisse dazu, dass – unterhalb – dieser Krankheitsschwelle – auch kognitive Leistungen durch extrinsische elektromagnetische Wellen manipuliert werden können, wenn sie z. B. mit den hirneigenen Rhythmen kollidieren, d. h. mit ihnen in diesem oder jenem Subsystem interferieren und auf phasensynchronisierte Schwingungen höherer Ordnung negativen Einfluss nehmen. Wir haben 2001 in meinem Bielefelder Labor dazu eine spezifische Pilotstudie durchgeführt ‚Electromagnetic exposure effects the hippocampal dentate cell proliferation in gerbils‘. Resultat war ein ‚window-effekt‘, d. h. definierte Frequenzen einer für therapeutische Zwecke gebauten Magnetspule veränderten dauerhaft die mitogene Aktivität im Keimlager des hippocampalen Dentatus, d. h. sie beeinträchtigten die Neubildung von Nervenzellen zwecks Integration in vorhandene Schaltkreise der Nagetiere, es mindert also die Neuroplastizität. Die erst jüngst erkannte hochgradig sensible Neuroplastizität im limbischen System hat für das Lernen und die Gedächtnisbildung eine zentrale Bedeutung. Viele weitere quantitative Studien zur Plastizität von Nervenzellen und Transmittern (in unserem Bielefelder

Labor) erlauben die Schlussfolgerung, dass unter definierten extrinsischen elektromagnetischen Schwingungen auch Funktionen im Stirnhirn und in den Feldern des Assoziationskortex in ihrer Funktion signifikant gestört werden könnten. Das betrifft Konzentration, Denkleistungen, Motivation und allgemeine Stimmungslage.“ Das zeigt, wie Struktur und Funktion gekoppelt sind. Wird dieser Koppelungsmechanismus gestört, kann es zu Ergebnissen wie in der oben zitierten Studie von Shahin kommen: Verschlechtertes Lern- und Erinnerungsvermögen, induzierter Stress, beeinträchtigte synaptische Plastizität, verringerte Expression von Signalwegskomponenten. Deshalb der Ratschlag von Teuchert-Noodt im Interview: „Möglichst wenig Benutzung von Geräten, die elektromagnetische Felder erzeugen, im Haushalt und im übrigen Privatleben. Kein WLAN an Schulen!“

Fazit: Mit der WLANisierung kommt zu den von den Informationstornados (SCHIRRMACHER) ausgelösten Hirnrhythmusstörungen noch eine exogene 10 Hz- und 2.450 MHz Strahlung hinzu, die mit den endogenen Gehirn-Frequenzen interferiert und als Störstrahlung auf die synchronisierenden Hirnrhythmen wirkt, die Grundlage für unser Denken und Lernen sind. Sie soll nun in jedem Klassenzimmer installiert werden. Das ist eine absurde Lern-“Reform“. Allein Wilke listet in ihrem Review 34 Studien zu WLAN mit negativen Wirkungen auf Gehirnfunktionen, Kognition, Lernen, Aufmerksamkeit und Verhalten (vgl. Abb. 3).

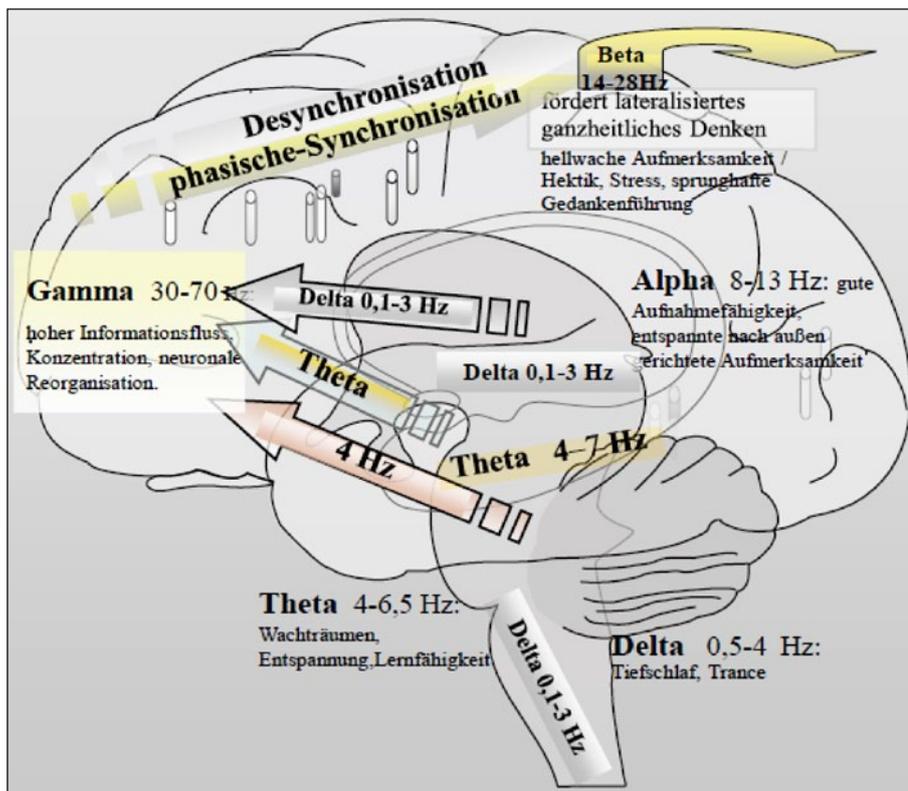


Abb. 4: Oszillatoren entstehen teilweise aus der Kommunikation neurochemischer Zellprozesse, sie sind rhythmisch aufeinander abgestimmt, interferierende Sequenzen synchronisieren sich: „Aktivität steht im Mittelpunkt allen neuronalen Reifungsgeschehen. Sie wird einerseits über Sinnesbahnen aus der Umwelt 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 Nervennetze einschreiben. Die Kopplung von elektrischen und chemischen Signalen ist Kernbestandteil der neuronalen Struktur-Funktionskopplung“ (Teuchert-Noodt 2019a:86). (Grafik Teuchert-Noodt)

Ärztckammern fordern: Verbot von WLAN an Schulen

2017 sind die Zyprische und Österreichische Ärztekammern mit einem gemeinsamen Appell zu WLAN an die Öffentlichkeit gegangen. Die Entscheidungsträger müssten „eine altersgerechte, vernünftige Nutzung digitaler Technik fördern und dürfen kabellose Netzwerke an Schulen und insbesondere an Vorschulen, Kindergärten und Grundschulen nicht erlauben. Stattdessen sind kabelgebundene Verbindungen einzusetzen,“ heißt es in der „Erklärung von Nikosia“. Die Begründung: „Zu den möglichen gesundheitlichen Auswirkungen nicht-ionisierender Strahlung von EMF/RF (elektromagnetischen Feldern/ hochfrequenter Strahlung) von 30 KHz bis 300 GHz gehören Kanzerogenität (Gruppe 2B, IARC 2011), Entwicklungsneurotoxizität, Auswirkungen auf die DNA, die Fruchtbarkeit, Überempfindlichkeit und andere schwerwiegende Wirkungen. Diese sind in wissenschaftlich überprüften Studien gut dokumentiert. Hochfrequenzstrahlung kann oxidativen Stress in Zellen erhöhen und zu einer Zunahme entzündungsfördernder Zytokine führen sowie zu einer Verringerung der Fähigkeit, Einfach- und Doppelstrangbrüche der DNA zu reparieren. Kognitive Beeinträchtigungen beim Lernen und dem Gedächtnis wurden auch

aufgezeigt. Diese Auswirkungen können bei Intensitäten auftreten, die weit unterhalb bestehender Grenzwerte der ICNIRP liegen ... Die Exposition gegenüber EMF/RF in einem frühen Entwicklungsstadium ist ein Grund besonderer Besorgnis. In dieser Phase nimmt nämlich der Körper mehr Strahlung auf, es kann Auswirkungen auf das sich entwickelnde Gehirn, Nervensystem und Fortpflanzungssystem geben. Es können beispielsweise Krebs oder Folgen für die Kognition ausgelöst werden.“

Die Grenzwerte haben keine Schutzfunktion

Diese aufgeführten negativen Wirkungen treten im Normalbetrieb auf, also in der Regel unterhalb der Grenzwerte. Die geltenden ICNIRP-Grenzwerte schützen nicht, weil sie nur thermische Wirkungen erfassen. Sie beziehen weder nicht-thermische Wirkungen noch Langzeitexpositionen ein und sind nicht auf die besondere Verletzlichkeit von Kindern und Jugendlichen ausgelegt. Das bestätigt die ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection), eine industrienah selbsternannte Strahlenschutzkommission, der von der Industrie und der Bundesregierung das Interpretationsmonopol zugestanden wird, ausdrücklich: „*Verschiedene Gruppen in einer Bevölkerung können Unterschiede in ihrer Fähigkeit haben, eine bestimmte NIR-Exposition (Non-Ionisation Radiation) zu tolerieren. Zum Beispiel können Kinder, ältere Menschen und einige chronisch kranke Menschen eine geringere Toleranz für eine oder mehrere Formen der NIR-Exposition haben als der Rest der Bevölkerung. Unter solchen Umständen kann es sinnvoll oder notwendig sein, für verschiedene Gruppen innerhalb der Allgemeinbevölkerung getrennte Richtwerte zu entwickeln, aber es wäre effektiver, die Richtwerte für die Allgemeinbevölkerung so anzupassen, dass sie solche Gruppen einbeziehen*“ (ICNIRP 2002). Eine solche Anpassung der Grenzwerte wurde nie vorgenommen. Damit ist dem Argument, die Einhaltung des Grenzwertes rechtfertigen den unkontrollierten WLAN-Einsatz, die Berechtigung entzogen. Ein Medikament würde bei dieser Studienlage sofort vom Markt genommen. Bei einer widersprüchlichen Studienlage gilt bereits das Vorsorgeprinzip, bei den Erkenntnissen zu WLAN müsste die Gefahrenabwehr gelten, so wie es Prof. Hecht fordert: „*Die Ausstattung der Schulen mit WLAN-Systemen ist gesetzlich zu verbieten*.“ diagnose:funk hat eine Bewegung für WLAN-freie Schulen initiiert und fordert Ärzte, Eltern und Lehrer auf, an den Kitas und Schulen über die Risiken aufzuklären mit dem Ziel: *Unsere Schule und Kita bleiben WLAN-frei!*

Behörden ignorieren die Studienlage

Das Umweltbundesamt und das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) sollten eigentlich für die Risikoaufklärung und Gefahrenabwehr zuständig sein. Doch das Bundesamt für Strahlenschutz versuchte umgehend, den WLAN-Review von Wilke in einer Erklärung an die Presse mit dem Argument zu disqualifizieren, es gäbe 2800 Studien zu WLAN und Wilke habe willkürlich nur 100 ausgewählt. Auf Nachfrage des diagnose:funk Vorstandes musste das BfS einräumen, dass seine Zahl frei erfunden ist, hat aber diese Aussage bis heute nicht richtiggestellt. In der Anhörung des Petitionsausschusses des Deutschen Bundestages am 23.09.2019 erklärte der zuständige Staatssekretär die Mobilfunktechnologie zur sicheren Technologie (diagnose:funk

2019). Bemerkenswert in diesem Zusammenhang: Im Jahr 2017 wurden die Mittel für die Auswertung der Studienlage zur Hochfrequenz durch das EMF-Portal an der RWTH-Aachen von der Bundesregierung nicht mehr verlängert. Seither findet keine Auswertung mehr statt.

Die politische Funktion der Behörden besteht derzeit darin, die Mobilfunkindustrie vor den Vermarktungsgefahren, die durch die Forschungsergebnisse bestehen, zu schützen. Für diese Gefahrenabwehr publiziert das BfS Textbausteine, die jeweils der Situation angepasst begründen, warum der Einsatz von WLAN unbedenklich sei. Diese Textbausteine stehen allen untergeordneten Behörden zur Verfügung, die diese dann bundesweit in Antwortbriefen an besorgte Eltern einkopieren. Der Beamte ist dadurch der Verantwortung enthoben. So hat der „*Ärztarbeitskreises digitale Medien Stuttgart*“ in zwei Briefen im Jahr 2014 und 2018 an das Kultusministerium Baden-Württemberg auf die Studienlage hingewiesen. 2014 kam dazu vom damaligen Minister Stoch (SPD) die vorhersehbare Standardantwort: „*Bis heute liegen nach Auskunft des für diese Thematik zuständigen Sozialministeriums keine wissenschaftlich fundierten Nachweise vor, die eine gesundheitliche Beeinträchtigung der Bevölkerung belegen*“ (16.10.2014). Das Sozialministerium wiederum beruft sich auf das BfS, das BfS auf die ICNIRP. In der ICNIRP sitzen Vertreter des BfS und anderer nationaler Strahlenschutz-Behörden. Sie legen scheinbar neutral international die Grenzwerte fest und berufen sich dann national auf ihre eigenen Bewertungen. Es ist ein selbstreferentielles System, in dem Wissenschaftler mit anderer Meinung nicht zugelassen werden (SCHUMANN 2019, STARKEY 2016).

Dieser institutionalisierte Legitimationszirkel zur Normalisierung von Gefahren zeigt jedoch immer weniger Wirkung. Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) publizierte 2019 die Studie „*Was denkt Deutschland über Strahlung?*“ über die Wirkung seiner Risikokommunikation. Das für das BfS ernüchternde Ergebnis: bundesweit sind 51 Prozent der Bevölkerung über die Risiken beunruhigt, im Süden Deutschlands sogar 58 %, nur noch 37 Prozent vertrauen darauf, dass staatliche Institutionen des Strahlenschutzes sie schützen (GÖTTE 2010:9,33). Die Studie dokumentiert den Argumentationsnotstand des auf Risikoentsorgung ausgerichteten BfS, weil „*die eigenhändige Beschäftigung mit Strahlung nicht für diese Beruhigung sorgt, sondern diese Personen im Gegenteil mehr Sorgen haben*“ (ebda. S. 28). Der denkende Bürger, der sich selbst damit befasst, wird zum Problemfall! Wird er durch das BfS auf die anscheinend beruhigende Studienlage hingewiesen, wird das Gegenteil erreicht! Denn dann, so die Untersuchung, „*füttern gefundene Informationen, die ja aus sehr heterogenen Quellen stammen können, die Sorgen*“ (ebda. S. 29). Die Verbraucherschutzarbeit durch diagnose:funk und anderen mobilfunkkritischen Organisationen scheint Wirkung zu zeigen. Hilflös schlägt die Untersuchung vor, dass die Arbeit des BfS statt sachlicher Argumentation in „*Richtung Infotainment*“ gehen und „*klassische Marketingstrategien*“ eingesetzt werden sollen (ebda. S. 54)!

In der Praxis führt das staatliche Entwarnungssystem dennoch derzeit dazu, dass Schulleitungen, Lehrer und Eltern nicht auf Risiken hingewiesen werden und unverantwortliche Szenarien zustande kommen. Von Eltern wurde ich an ein Stuttgarter Gymnasium eingeladen, um die dortige Belastung durch Access-

Points zu messen. Klassenzimmer waren damit ausgestattet, sie waren durch eingeschaltete Access Points voll verstrahlt, obwohl noch in keiner Klasse Unterricht mit digitalen Medien stattfand. Aber: WLAN ist modern, der Schulleiter sah keinen Anlass, diesen Zustand durch Abschalten des WLAN zu beenden.

Lösungen für eine strahlenminimierte Umgebung

Digitale Medien sind Hilfsmittel. Sie können verkabelt genutzt werden. In den Schulen sollten verkabelte Computer und Computer-Räume beibehalten werden. Von den Herstellern muss gefordert werden, dass alle Tablets über einen Kabelanschluss verfügen. Würden Schulen und Kultusministerien den Kabelanschluss zur Bedingung für die Schulzulassung machen, würde die Industrie dem nachkommen.

Wenn in Schulen die kabellose Technik nicht verhindert werden kann, oft unter dem Druck junger Lehrer, muss dennoch WLAN abgelehnt und stattdessen eine andere kabellose Technik, die Visible Light Communication (VLC) gefordert und installiert werden. Durch die Firma Signify (Tochter von Philips) ist sie jetzt erstmalig zur Serienreife entwickelt. Weitere Anbieter werden absehbar am Markt sein. Die Datenübertragung erfolgt dabei über die LED-Raumbeleuchtung oder auf Infrarot-Basis. Mit großer Wahrscheinlichkeit ist sie nicht gesundheitsschädlich, da unser Körper an die Lichtstrahlung adaptiert ist.

Fazit: Die Studienlage zu WLAN macht klar: es gibt keine scheinbar ungeklärte Auseinandersetzung, ob WLAN-Strahlung gesundheitsschädlich sei. Bei der Frage der gesundheitlichen Risiken durch die Mobilfunkstrahlung handelt es sich nicht um einen Wissenschaftsstreit, sondern um den Gegensatz zwischen wirtschaftlichen Interessen von Industrie und Staat einerseits und gesundheitlichen Interessen der Bevölkerung andererseits.

Es geht wie beim Diesel oder Glyphosat um ein Milliardengeschäft. WLAN ist Teil des Geschäftsmodells „Digitale Bildung“, das weltweit einen Umsatz von 9 Billionen Dollars verspricht, geplant vom bildungsindustriellen Komplex (HENSINGER 2017, KRAUTZ 2014, MÜNCH 2018). Für die Erstausrüstung der Schulen in Deutschland errechnet die GEW einen Betrag von 21 Milliarden Euro. Prof. Ralf Lankau schreibt, die Industrie gehe von 50 Milliarden aus (LANKAU 2019).

Digitaler Unterricht bedeutet einen Schritt in Richtung „Schule ohne Lehrer“. Das Einsparpotential wird von US-Bildungskonzernen bereits berechnet: „Auf einen Lehrer bzw. eine Lehrerin sollen bis zu 150 Schüler/innen kommen, bei K12 Inc., dem größten Online-Bildungsanbieter in den USA, sollen es sogar 275 sein. Nehmen wir nur das Verhältnis 1 zu 150, dann werden von 10 Lehrer/innen in der digitalisierten Zukunft des Unterrichts nur noch zwei gebraucht, 80 % sind überflüssig“ (MÜNCH 2018:177). Lehrer sollen durch autonome Digitaltechnik ersetzt und zu Lernbegleitern degradiert werden.

Es gibt also mehrere Gründe, die Einführung von WLAN an Erziehungseinrichtungen zu stoppen. Die Nutzung digitaler Medien, v.a. von Kindern und Jugendlichen, führt zu Störungen im Stoffwechsel des Gehirns mit Auswirkungen auf das Denken und Lernen durch die Reizüberflutung, die Reduktion sinnlicher, realer Erfahrungen auf das Bildschirm-Wischen und durch die Einwirkung elektromagnetischer Felder. Es ist also mehrfach gesundheitsschädlich und darüber hinaus Teil der Infrastruktur des Umbaus der Schulen für die profitgetriebene „Digitale Bildung“, die ein Irrweg ist. Denn kein Mensch lernt digital.

Autor:

Peter Hensinger, M.A., Vorstandsmitglied bei diagnose:funk, Mitinitiator Bündnis für humane Bildung, E-Mail: peter.hensinger@diagnose-funk.de

Internetseiten

www.diagnose-funk.org; www.EMFData.org; www.diagnose-media.org; www.aufwach-s-en.de

Literatur

Aggarwal Y, Singh SS, Sinha RK (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)

ATHEM-2 (2016): Untersuchung athermischer Wirkungen elektromagnetischer Felder im Mobilfunkbereich, AUVA Report-Nr.70; Hrsg. Allgemeine Unfallversicherungsanstalt, Österreich, 2016

Belpommes D et al. (2018): Thermal and non-thermal health effects of low intensity non-ionizing radiation: An international perspective; *Environmental Pollution* 242 (2018) 643e658

Bortkiewicz A et al.: (2016): Mobile Phone use and risk for intracranial tumors and salivary gland tumors – a meta-analysis, *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health* 2017;30(1):27 – 43 <https://doi.org/10.13075/ijomh.1896.00802>

Bundesamt für Strahlenschutz (2012): Infoblatt des Bundesamtes für Strahlenschutz: Sprach- und Datenübertragung per Funk: Bluetooth und WLAN, August 2012

Bundesamt für Strahlenschutz (2005): Positionsbestimmung des BfS zu Grundsatzfragen des Strahlenschutzes, Leitlinien Strahlenschutz Download: http://www.der-mast-muss-weg.de/pdf/appell/BfS_Leitlinien_Strahlenschutz.pdf

Busche A, Polascheck D, Lesting, J, Neddens, J, Teuchert-Noodt, G (2004): Developmentally induced imbalance of dopaminergic fibre densities in limbic brain regions of gerbils. *J. of Neural Transm.*, Springer-Verlag. DOI 10.1007/s00702-004-0106-2

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

Carlberg M, Hardell L (2017): Evaluation of Mobile Phone and Cordless Phone Use and Glioma Risk Using the Bradford Hill Viewpoints from 1965 on Association or Causation, *Review Article BioMed Research International*, Volume 2017, Article ID 9218486, <https://doi.org/10.1155/2017/9218486>, erschienen als diagnose:funk Brennpunkt

Chiu CT et al. (2015): Mobile phone use and health symptoms in children. *J Formos Med Assoc* 2015; 114 (7): 598-604

Cho YM et al. (2016): A cross-sectional study of the association between mobile phone use and symptoms of ill health. *Environ Health Toxicol* 2016; 31: e2016022

Deshmukh PS et al. (2015): Cognitive impairment and neurogenotoxic effects in rats exposed to low-intensity microwave radiation. *Int J Toxicol* 34 (3), 284–290.

diagnose:funk (2019): Homepagebericht und Video über die Anhörung im Petitionsausschuss des deutschen Bundestages, <https://www.diagnose-funk.org/publikationen/artikel/detail&newsid=1458>, Artikel vom 24.09.2019

ECOLOG (2010): Neitzke HP, Voigt H, Osterhoff J (2010): Elektromagnetische Expositionen in AAC Umgebungen I & II, *EMF-Monitor* 6 / 2010, S. 6

ElektrosmogReport (2018/4): 2,45 GHz vermindern kognitive Fähigkeiten bei Mäusen, *Besprechung der Studien von Shahin (2015, 2018)*

Falconi et al. (2018): Report of final results regarding brain and heart tumors in Sprague-Dawley rats exposed from prenatal life until natural death to mobile phone radiofrequency field representative of a 1.8 GHz GSM base station environmental emission. *Environmental Research*, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.01.037>

- Füller C (2019): Ihr Geschäft ist die Digitalisierung, Der Tagesspiegel, 17.09.2019
- Foerster M, Thielens A, Joseph W, Eeftens M, Röösl M (2018): A prospective cohort study of adolescents' memory performance and individual brain dose of microwave radiation from wireless communication. *Environmental Health Perspectives*. <https://ehp.niehs.nih.gov/ehp2427/>
- Götte S, Ludewig Y (2019): Was denkt Deutschland über Strahlung? Umfrage 2019, Abschlussbericht; Hrsg. Bundesamt für Strahlenschutz, Ressortforschungsberichte zum Strahlenschutz, Vorhaben 3619S72204
- Hardell L, Carlberg M (2018): Analyse und Kommentar zum NTP Report, erschienen als diagnose:funk Brennpunkt, 2018
- Hecht K (2018): Welche Unterschiede bestehen für die menschliche Gesundheit bei Wirkungen des Schumann-10-Hz geomagnetischen Felds und bei Wirkung der 10-Hz-Pulsation der WLAN elektromagnetischen Strahlungen?, erschienen als diagnose:funk Brennpunkt: Die Wirkung der 10-Hz-Pulsation der elektromagnetischen Strahlungen von WLAN auf den Menschen.
- Hecht K (2017): Der elektromagnetische Ozean-Lebenswichtiger Umweltfaktor in Gefahr, Die Naturheilkunde, 1/2007
- Hensinger P, Wilke I (2016): Mobilfunk: Neue Studienergebnisse bestätigen Risiken der nicht-ionisierenden Strahlung, umwelt · medizin · gesellschaft 3/2016, <https://www.diagnose-funk.org/publikationen/artikel/detail&newsid=1141>
- Hensinger P (2017): iDisorder: Auswirkungen der Digitalisierung des Erziehungswesens auf die Entwicklung von Kindern und Jugendlichen umwelt · medizin · gesellschaft 4/2017
- Hoffmann K, Bagorda F, Stevenson AF, Teuchert-Noodt G (2001): Electromagnetic exposure effects the hippocampal dentate cell proliferation in gerbils (*Meriones unguiculatus*). *Indian J Exp Biol*. 2001;39(12):1220-6.
- ICNIRP (2002): ICNIRP statement 2002, general approach, *Health Phys*. 82, 540-548 (S. 546)
- IMST: Daten aus Scheler K, Krause G (2015): Vorsicht WLAN, diagnose:funk Ratgeber 3, S. 28
- Kocaman A et al. (2018): Genotoxic and carcinogenic effects of non-ionizing electromagnetic fields, *Environmental Research* 163 (2018) 71-79. Rezension auf www.EMFData.org
- Krautz J (2014): Ware Bildung. Schule und Universität unter dem Diktat der Ökonomie, München
- 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
- Lai H (2004): Interaction of microwaves and a temporally incoherent magnetic field on spatial learning in the rat. *Physiol & Behav* 82 (5), 785-789
- Lankau R (2019): Tatsächliche Kosten des Digitalpakt Schule und verdeckte Interessen. Zu einer Studie der GEW und den (finanziellen) Folgen für Schulen. Online auf: <http://www.aufwach-s-en.de/2019/11/bildungsmarktschule/>
- Lankau R (2017): Kein Mensch lernt digital, Beltz Weinheim
- Leipner I, Lembke G (2015): Die Lüge der digitalen Bildung, München
- Lerchl A et al. (2015): Tumor promotion by exposure to radiofrequency electromagnetic fields below exposure limits for humans. *Biochem Biophys Res Commun* 2015; 459 (4): 585-590.
- Lerchl A (2018): Synergistische Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder in Kombination mit kanzerogenen Substanzen – Kokanzerogenität oder Tumorpromotion? – Vorhaben 3615S82431; <https://doris.bfs.de/jspui/handle/urn:nbn:de:0221-2018011014465>
- Li M et al. (2008): Elevation of plasma corticosterone levels and hippocampal glucocorticoid receptor translocation in rats: a potential mechanism for cognition impairment following chronic low-power-density microwave exposure. *J Radiat Res* 49 (2), 163-170
- Miller AB, Sears M, Hardell L, Oremus M and Soskolne CL(2019): Risks to health and well-being from radio-frequency radiation emitted by cell phones and other wireless devices. *Front. Public Health* 7:223. doi:10.3389/fpubh.2019.00223, erschienen als diagnose:funk Brennpunkt
- Münch R (2018): Der bildungsindustrielle Komplex, Beltz Weinheim
- Mutter J, Hensinger P (2019): Rückgang der Spermienqualität. Umweltmedizinische Faktoren, zkm 2019-1, Thieme Verlag,
- 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
- 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
- NTP (2018a): NTP Technical Report on the toxicology an carcinogenesis in Hsd: Sprague Dawley SD Rats exposed to whole-body radio frequency radiation at a Frequency (900 MHz) an modulations (GSM an CDMA) used by cellphones, https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/about_ntp/trpanel/2018/march/tr595peerdraft.pdf
- NTP (2018b): NTP Technical Report on the toxicology an carcinogenesis in B6C3F1/N MICE exposed to whole-body radio frequency radiation at a Frequency (1,900 MHz) and modulations (GSM AND CDMA) used by cellphones, https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/about_ntp/trpanel/2018/march/tr596peerdraft.pdf
- Prasad M et al. (2017): Mobile phone use and risk of brain tumours: a systematic review of association between study quality, source of funding, and research outcomes. *Neurol Sci* 2017, 38 (5): 797-810
- 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
- Schirmmacher F (2009): Payback. Warum wir im Informationszeitalter gezwungen sind zu tun, was wir nicht tun wollen, und wie wir unsere Kontrolle über unser Denken zurückgewinnen, München
- Schumann H, Simantke E (2019): Strahlendes Versprechen, 13.01.2019, Tagesspiegel Berlin <https://www.diagnosefunk.org/publikationen/artikel/detail?newsid=1335>
- 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
- 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
- Sinha RK et al. (2008): Neural network-based evaluation of chronic non-thermal effects of modulated 2.450 MHz microwave radiation on electroencephalogram. *Ann Biomed Eng* 36 (5), 839-851
- Spitzer M (2018): Die Smartphone Epidemie. Gefahren für Gesundheit, Bildung und Gesellschaft, Stuttgart
- Starkey J (2016): „Ungenauere offizielle Abschätzung der Hochfrequenz-Sicherheit durch die Beratungsgruppe AGNIR (Advisory Group on Non-ionising Radiation)“, erschienen als diagnose:funk Brennpunkt
- TELEKOM: Bedienungsanleitung Speedport Smart, 2017, S. 21
- Teuchert-Noodt G (2018): Wohin führt uns die digitale Revolution? Erkenntnisse aus der Evolutions- und Hirnforschung, umwelt · medizin · gesellschaft 4/2018
- Teuchert-Noodt G (2017): Risiken einer neuroplastischen Anpassung der Wahrnehmung von Raum und Zeit im Kontext der Medienwirksamkeit in: Bedeutung und Gefährdung der Sinne im digitalen Zeitalter, Hrsg. Weinzierl, Lutzker, Heusser, Würzburg 2017
- Teuchert-Noodt G (2017a): Cyberattacke auf die Nervenetze des Gehirns – Wohin führt die digitale Revolution?, Interview in umwelt · medizin · gesellschaft 3/2017, S. 28-32 download auf <http://www.aufwach-s-en.de/2017/08/cyberattacke-auf-die-nervenetze-des-gehirns/#more-807>
- Teuchert-Noodt G (2019a): 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 (2019b): Persönliche Mitteilung an den Verfasser durch Prof. Dr. Teuchert-Noodt,
- Wang B, Lai H (2000): Acute exposure to pulsed 2.450 MHz microwaves affects watermaze performance of rats. *Bioelectromagnetics* 21 (1), 52-56
- Wang J et al. (2017): Mobile Phone Use and The Risk of Headache: A Systematic Review and Metaanalysis of Crosssectional Studies. *Sci Rep* 2017; 7 (1): 12595
- 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)
- Winterfeld KT, Teuchert-Noodt G, Dawirs RR (1998): Social environment alters both ontogeny of dopamine innervation of the medial prefrontal cortex and maturation of working memory in gerbils (*Meriones unguiculatus*). *J. Neurosci. Res.* 52, 201-209.
- 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
- 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