



**WLAN an Kitas
und Schulen:
Ein Hype
verdrängt
Risiken**

*"Die Ausstattung der Schulen
mit WLAN-Systemen ist
gesetzlich zu verbieten."
(Prof. K. Hecht)*

diagnose:funk

Vortrag beim BVMDE,
Online

20.04.2021

Peter Hensinger, M.A.
Bündnis für humane
Bildung /
diagnose:funk

Mit dem Schuljahr 2019/2020 trat in Deutschland der Digitalpakt Schule in Kraft. Es fehlt zwar an qualifizierten Lehrkräften, an Erzieherinnen, Sozialarbeitern und Psychologinnen. Doch die Zweckbindung der Pakt-Gelder zwingt die Schulen zu Investitionen in digitale Infrastruktur und Endgeräte. 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.

Doch: "Eine moderne Schule braucht WLAN" - das scheint gesetzt zu sein. WLAN gilt inzwischen als Statussymbol für eine moderne Schule. Auch wenn die Schul-Toiletten und das Lehrerzimmer seit 30 Jahren nicht renoviert wurden, das wird nicht hinterfragt. Deshalb beginne ich mit Fragen:

- Warum eigentlich WLAN an Schulen? Antwort Eins: Um "Digitale Bildung" verwirklichen zu können! Zweimal falsch. Erstens: Um mit digitalen Geräten zu arbeiten, brauche ich kein WLAN, das geht auch verkabelt. Und zweitens: Es gibt keine "Digitale Bildung". Bildung ist Wertevermittlung, und die geschieht analog, im lebendigen Klassenverband, durch motivierende Lehrer.
- Warum eigentlich WLAN an Schulen? Antwort Zwei: Damit die Schüler mobil beim Lernen sind. Frage: Laufen die Schüler, während sie eine Mathe Aufgabe lösen, mit dem Tablet im Klassenzimmer herum?

- Brauchen wir für das Homeschooling WLAN? Frage: Sendet die Schule, bzw. der Lehrer über WLAN die Klassenarbeiten zu seinen Schülern nach Hause? Das geschieht wohl über das Internet und Glasfaser. Und das WLAN in der Schule nützt dem Kind zuhause eh gar nichts.

Solche Fragen werden nicht gestellt. Sie sind heute auch nicht mein Thema, dazu habe ich mehrere Fachartikel und Broschüren publiziert. Und von den Kollegen im Bündnis für humane Bildung gibt es ganze Bücher dazu, z.B. "Die Lüge der digitalen Bildung" von Leipner/Lembke oder "Kein Mensch lernt digital" von Ralf Lankau. Und jetzt gibt es bereits Studien über die Folgen des digitalen Homeschoolings während Corona, es ist pädagogisch eine Katastrophe.

Doch mein Thema heute: die Strahlenbelastung durch WLAN.

Die geplante „Digitale Bildung“ fußt auf der Infrastruktur von Smartphones, TabletPCs und WLAN (Wireless Local Area Network). WLAN muss angeblich sein. Über WLAN-Access-Points werden die Lern-daten mit Smartphones und TabletPCs zwischen Lehrern, Schüler und der Schulcloud gesendet und empfangen. WLAN ist eine lizenzfreie Funkfrequenz, die vor Zugriffen von außen so gut wie nicht geschützt werden kann. Smartphones, Tablets und WLAN-Router senden und empfangen über die 2,45 GHz (= 2450 MHz) Mikrowellenfrequenz von WLAN. 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.

Ist WLAN gesundheitsschädlich?

Im Jahr 2011 stuft die Krebsagentur IARC der WHO nichtionisierende Strahlung als möglicherweise Krebs erregend ein. Eine der ersten Forschungen, bei der DNA-Strangbrüche nachgewiesen wurden, war die Studie von Henry Lai (1996). Er nutzte die WLAN-Frequenz von 2450 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, durch die Ramazzini-Studie, die AUVA-Studie und die Studien von Hardell (Hardell 2018, NTP 2018a&b). Dazu kommt: Im März 2015 gab das deutsche Bundesamt für Strahlenschutz nach den Ergebnissen einer Replikationsstudie bekannt, dass eine krebspromovierende Wirkung unterhalb der Grenzwerte als gesichert (!) angesehen werden muss (Lerchl et al. 2015).

Grundsätzlich ist damit die Toxizität der Mobilfunkstrahlung bestätigt. Für Insider ist dies nicht neu. Bereits 2011 hatte die WHO die Mobilfunkstrahlung als möglicherweise Krebs erregend eingestuft, heute spricht die Wissenschaft von "Clear Evidence", also Beweisen dafür. Bereits 2005 kritisierte das Bundesamt für Strahlenschutz in seinen „Leitlinien Strahlenschutz“ 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 € Lizenzgebühren für die UMTS-Frequenzen bezahlt. Die Leitlinien wurden zurückgezogen, neue wurden bis heute nicht erarbeitet.

Nicht nur das Krebsrisiko ist nachgewiesen, auch pathologische Auswirkungen auf Spermien- und Embryos (Mutter/Hemsinger 2019). und ebenso zu vielen unspezifischen Symptomen (Hensinger/Wilke 2016). Beispielhaft für die Breite des Schädigungspotentials der Mobilfunkstrahlung stehen die Studienergebnisse zu WLAN. Sie haben eine besondere Relevanz, da WLAN inzwischen eine der meistgenutzten Frequenzen ist.

Strahlenbelastung durch WLAN (2450 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. Österreichischen Ärztekammer und Wirtschaftskammer): Höchstwert von $1.000 \mu\text{Watt}/\text{m}^2$ für die Summe aller Quellen & Sendeanlagen.		
* IMST Studie ** ECOLOG-Studie (Peak-Werte)		

Offizielle Warnungen vor Dauerbestrahlung

WLAN sendet mit einer konstanten Leistung von 100 mW im 2,4 GHz-ISM-Band. Der Nutzer ist hohen Belastungen, je nach Entfernung bis zu $200.000 \mu\text{Watt}/\text{m}^2$ ausgesetzt (siehe Tabelle). Das verdeutlicht, dass die Rede vom „schwachen“ WLAN nicht zutreffend ist. Zumal auch hier gilt: Dauer x 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 Funksignale 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 bestätigt 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 identifiziert.

Ein aktuelles Studienergebnis, das den Einsatz in Kitas und Schulen konterkariert, veröffentlichte der ElektrosmogReport 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) Beein-

trächtigste synaptische Plastizität. (4) Verringerte Expression von Signalfwegskomponenten, 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."

All das steht natürlich im krassen 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) dokumentiert mehr als 100 Studien und 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.*“

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.

Lernen und WLAN: Auswirkungen auf Kognition und Verhalten

Der Review von Wilke zeigt, dass enorm viele Studien Auswirkungen auf Gehirnfunktionen und damit unmittelbare 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 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.
- 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 .

- WLAN ist mit 10 Hz, einer körpereigenen Grundfrequenz, im Standby gepulst. Prof. Karl Hecht (2018) schreibt in seinem Artikel „Die Wirkung der 10-Hz-Pulsation der elektromagnetischen Strahlungen von WLAN auf den Menschen“: *„Die 10-Hz-Pulsation der WLAN-EMF-Strahlung vermag bei permanenter Langzeitwirkung ein WLAN-EMF-Stressgedächtnis zu bilden. Das ist eine ungeheuerliche Gefahr für die menschliche Gesundheit, besonders für die Kinder. Die Ausstattung der Schulen mit WLAN-Systemen ist gesetzlich zu verbieten“* (HECHT 2018).
- 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 Gehirnregionen, 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). Ein Jahr lang wurde die Handynutzung von Zwölf- bis Siebzehnjährigen ausgewertet. Wie zu erwarten, wiesen die Vieltelefonierer eine erhöhte Strahlenbelastung des Gehirns auf. Die spannende Erkenntnis: Je mehr Telefonate, desto schlechter die Leistung im figuralen Gedächtnistest besonders bei Verwendung des rechten Ohrs. Das verbale Gedächtnis zeigte bei Teilnehmern, die das Handy an die linke Kopfseite hielten, schlechtere Ergebnisse. Auf der Tagung der Kompetenzinitiative in Mainz 2019 hat Prof. Michael Kundi in seinem Vortrag, den man auf YouTube anschauen kann, die Bedeutung dieser Studie erläutert.

Die Erkenntnis, dass nicht-ionisierende Strahlung durch oxidativen Stress die Blut-Hirnschranke 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).

Das Bundesamt für Strahlenschutz reagierte auf den Review von Wilke. Um die Bedeutung des Reviews herunterzuspielen, konterte das BfS mit einer Erklärung an die Presse, wonach es 2.800 Studien zu WLAN gebe und Wilkes Review eine willkürliche kleine Auswahl sei. Gegenüber diagnose:funk gab das BfS zu, dass es diese 2.800 Studien nicht gibt. Öffentlich wurde diese Fehlinformation, die in der Presse erschien, nie korrigiert (siehe dazu den Artikel im Kompakt 2019-1).

Die Studienlage seit 2018, die Rolle von oxidativem Zellstress

Das war die Studienlage bis 2018, also dem Review von Isabel Wilke. Seither hat sich das alles durch weitere Studien bestätigt. Das ist im ElektrosmogReport, den diagnose:funk seit 2019 herausgibt. Immer wieder werden wir gefragt: Wie könnt ihr behaupten, dass nicht-ionisierende Strahlung eine ganze Palette von Krankheiten auslösen kann? Das liegt am Wirkmechanismus, dem oxidativen Zellstress, also einer Überproduktion von freien Radikalen. Das führt zu Störungen im Zellstoffwechsel und ist eine Ursache der Schwächung des Immunsystems und damit vieler entzündlicher Erkrankungen. Für unsere Homepage habe ich dazu eine eigene Dokumentation verfasst (www.diagnose-funk.org/1550). Das wird nun beeindruckend bestätigt durch die Studie von Schürmann / Mevissen (2021). In der Zusammenfassung im Newsletter der Expertengruppe BERENIS der Schweizer Regierung heißt es:

"Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Mehrzahl der Tierstudien und mehr als die Hälfte der Zellstudien Hinweise auf vermehrten oxidativen Stress durch HF-EMF und NF-MF gibt. Dies beruht auf Beobachtungen bei einer Vielzahl von Zelltypen, Expositionszeiten und Dosierungen (SAR oder Feldstärken), auch im Bereich der Anlagegrenzwerte. Gewiss sind einige Studien mit methodischen Unsicherheiten bzw. Schwächen behaftet oder sind wenig umfassend betreffend Expositionszeit, Dosis, Anzahl und quantitativer Analyse der verwendeten Biomarker, um nur einige zu nennen. Es zeichnet sich aber ein

Trend ab, der auch unter Berücksichtigung dieser methodischen Schwächen deutlich wird, nämlich, dass EMF-Exposition, sogar im niedrigen Dosisbereich, durchaus zu Veränderungen des oxidativen Gleichgewichtes führen kann. Organismen und Zellen sind in der Lage auf oxidativen Stress zu reagieren und auch nach Befeldung war in vielen Studien eine Adaptation nach einer Erholungsphase zu sehen. Vorschädigungen, wie Immunschwächen oder Erkrankungen (Diabetes, neurodegenerative Erkrankungen), kompromittieren die Abwehrmechanismen inklusive der antioxidativen Schutzmechanismen des Organismus und es ist daher zu erwarten, dass bei Individuen mit solchen Vorschädigungen vermehrt Gesundheitseffekte auftreten. Zudem zeigen die Studien, dass sehr junge oder auch alte Individuen weniger effizient auf oxidativen Stress reagieren können, was selbstverständlich auch für andere Stressoren gilt, die oxidativen Stress hervorrufen. Weiterführende Untersuchungen unter standardisierten Bedingungen sind aber notwendig, um diese Phänomene und Beobachtungen besser zu verstehen und zu bestätigen." (<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/elektrosmog/newsletter.html>, Januar 2021)

Vor diesem Hintergrund wird klar, warum nicht-ionisierende Strahlung und damit auch WLAN hoch gesundheitsschädlich ist. Bereits 2013 habe ich gemeinsam mit Dr. Ulrich Warnke dazu einen Review publiziert, der jetzt vollumfänglich bestätigt wird (Warnke / Hensinger 2013). Ich nenne nun einige wichtige neue Studien, die bei Wilke noch nicht erfasst wurden, die seither im ElektrosmogReport ausgewertet wurden und die Sie auf unserer diagnose:funk Datenbank www.emfdata.org nachlesen können. Eine bedeutende Rolle nimmt dabei der oxidative Zellstress ein!

- Die Studie von Karimi (2018) hat den selbsterklärenden Titel: "2,45 GHz Mikrowellenstrahlung verschlechtert Lernen, Gedächtnis und die synaptische Plastizität im Hippocampus von Ratten". Die Arbeitsgruppe konnte durch ihre Verhaltensversuche zeigen, dass 2,45 GHz Mikrowellenstrahlung eines WLAN-Geräts das räumliche Erinnerungsvermögen sowie Lernverhalten von Ratten verschlechtert (ElektrosmogReport 1/2019). Das wollen wir ja den Kindern nicht zumuten!
- In die gleiche Richtung geht die Studie von Bamdad et al. (2019). Sie führten 3 psychologische Tests zur Wirkung von WLAN auf das Kurzzeitgedächtnis, selektive Aufmerksamkeit (Fokussierung auf eine Sache) und geteilte Aufmerksamkeit („Multitasking“) durch. Die WLAN-Gruppe hatte signifikant schlechtere Gedächtnisleistungen. Als eine Ursache nehmen die Forscher die Bildung von freien Radikalen (ROS) an (ElektrosmogReport 1/2020).
- Die Ergebnisse von Saygin et al. (2016) legen nahe, dass WLAN die Degeneration von Hodenzellen und Spermienbildung verursachen kann. Oxidative Schäden und entzündliche Prozesse spielen hierbei eine Schlüsselrolle. (ElektrosmogReport 3/2019).
- Masoumi et al. (2018) untersuchten die Wirkung der WLAN-Strahlung auf die Bauchspeicheldrüse. Die Insulin-Konzentration war dadurch signifikant vermindert. (ElektrosmogReport 4/2019).
- Die Resultate der Studie Öszobaci et al. (2019) weisen darauf hin, dass die Bestrahlung mit 2,45 GHz oxidativen Zellstress in den Nierenzellen auslöste und dieser durch die Zugabe von Zink abgemildert werden konnte. Des Weiteren beobachteten sie eine verstärkte Apoptose (programmierten Zelltod) nach der Bestrahlung. Beide Wirkungen der Strahlung konnten durch die Zugabe von Zink abgeschwächt werden (ElektrosmogReport 1/2020).
- Die Studie von Fahmy/Mohammed (2020) ergab, dass durch die Bestrahlung die Antioxidantien (Glutathione (GSH) und Superoxiddismutase (SOD)) vermindert wurde, eine Überproduktion an freien Radikalen führte zu Leberschäden. Die Autoren empfehlen eine Sensibilisierung der Öffentlichkeit, um die Belastungsdauer mit WLAN-Strahlung zu vermindern. Ergänzend solle ein möglichst großer Abstand zur Strahlungsquelle eingehalten werden (ElektrosmogReport 3/4/2020).

- Kumar et al. (2020) untersuchten die epigenetische Modulation der DNA-Histon-Methylierung. Die Bedeutung der Methylierung wurde bisher nicht untersucht. Sie bestrahlten mit 900, 1800 und 2450 MHz-(WLAN-)Signalen. Die größten Auswirkungen hatten die WLAN-Signale. Auswirkungen auf die Hirnleistungen, Krebsentstehung und Fortpflanzung werden vermutet.

Angesichts dieser Studienergebnisse kann sich jeder selbst seine Meinung über diese Aussage des Telefonica-Chefs Markus Haas im Interview im Oberbayrischen Volksblatt bilden:

"Ich bin nun seit rund 25 Jahren in der Branche und kenne keine einzige Studie, die belegt, dass von Handystrahlung unterhalb der gesetzlich definierten Grenzwerte eine gesundheitsschädliche Wirkung ausgeht"(30.03.2021).

Um solche Unwissenheit aus der Welt zu schaffen, haben wir eine Liste mit 94 Studienüberblicken (Reviews) auf unsere Homepage gestellt: www.diagnose-funk.org/publikationen/1693. Man muss sich vergegenwärtigen, alle Behörden sind auf das Vorsorgeprinzip verpflichtet. Bei dieser Studienlage müsste es uneingeschränkt angewandt werden:

*"Das Vorsorgeprinzip ist Leitlinie der Umweltpolitik auf der deutschen, der EU- und der internationalen Ebene ... Das Vorsorgeprinzip ermöglicht es, dem Staat insbesondere, **Situationen der Ungewissheit rechtlich zu bewältigen**, und stellt sicher, dass der Staat auch in diesen Situationen handlungsfähig ist. Es kann umweltschützendes staatliches Handeln legitimieren oder sogar gebieten. In Situationen der Ungewissheit können die Folgen eines Tuns für die Umwelt wegen unsicherer oder unvollständiger wissenschaftlicher Erkenntnisse nicht endgültig eingeschätzt werden, die vorliegenden Erkenntnisse geben aber **Anlass zur Besorgnis**. In diesen Fällen muss der Staat nicht abwarten, bis Gewissheit besteht, sondern er kann unter Beachtung des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes auf den **Besorgnisanlass** reagieren."* (www.umweltbundesamt.de/themen/nachhaltigkeit-strategien-internationales/umweltrecht/umweltverfassungsrecht/vorsorgeprinzip)

Die Grenzwerte schützen nicht

Die 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, eine industriennahe 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 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“* (ICNIRP2002). Eine solche Anpassung der Grenzwerte wurde nie vorgenommen. Damit ist dem Argument, die Einhaltung des Grenzwertes rechtfertige 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 mit dem Ziel aufzuklären: *Unsere Schule und Kita bleiben WLAN-frei!*

Die Kritik an WLAN kann nicht auf die strahlungsbedingten Schädigungen beschränkt bleiben. Wir haben es mit einer Mehrfachschädigung zu tun. Die strahlungsbedingten negativen Wirkungen auf das Lernen, wie sie z.B. Shahin et al. und Deshmuk et al. nachweisen, stehen in Wechselwirkung mit Stoffwechsel- und Entwicklungsstörungen im Gehirn, die durch die Reizüberflutung und die Reduktion sinnlicher, realer Erfahrungen auf das Bildschirm-Wischen auftreten. Dieser Schädigungsmechanismus wird in unserer DVD "Aufwach(s)en im Umgang mit digitalen Medien" behandelt und in meinem WLAN-Artikel in der Zeitschrift umwelt-medizin-gesellschaft 1/2020 ausführlich dargestellt.

Ärztckammern und Wissenschaftler fordern: Verbot von WLAN an Schulen

2017 sind die Zyprische und Österreicherische 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 – 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 liege ... 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.“

Behörden ignorieren die Studienlage

Das Umweltbundesamt und die das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) wären für die Gefahrenabwehr zuständig. In der 5G-Dialogoffensive der Bundesregierung wurden alle Risiken bestritten. 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 Stuttgarter Ärztarbeitskreis in zwei Briefen im Jahr 2014 und 2018 an das Kultusministerium Baden-Württemberg auf die Studienlage hingewiesen, und es kam z.B. 2014 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 Behörden. Sie legen scheinbar neutral international die Grenzwerte fest, schätzen Studien ein und berufen sich dann national auf ihre eigenen Bewertungen. Es ist ein selbstreferentielles System, in dem Wissenschaftler mit anderer Meinung nicht zugelassen werden. Zur ICNIRP sind in diesem Monat 3 Analysen erschienen, die ihren Lobbycharakter aufdecken: unsere Brennpunkte zum Butler-Report und der Hardell/Carlberg-Analyse, die Broschüre der Kompetenzinitiative von Buchner/Rivasi.

Dieses Entwarnungssystem führt dazu, dass Rektoren, 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. Alle Klassenzimmer

waren damit ausgestattet, alle waren voll verstrahlt, obwohl noch in keiner Klasse Unterricht mit digitalen Medien stattfindet, die Accesspoints nicht benutzt werden. Aber: WLAN ist modern, unsere Schule hat WLAN, der Rektor sieht keinen Anlass, diesen Zustand zu beenden.

Was machen wir da eigentlich? Stellen Sie sich vor, in der Schule sind Lehrer und Schüler mit einer Krebsbiografie, sie werden einer krebspromovierenden Strahlung ausgesetzt! Und die Dauerbestrahlung wird Kinder Elektrohypersensibel machen. Die massive Anstieg z.B. von Kopfschmerzen und Unkonzentriertheit bei Kindern ist ja dafür schon ein Indiz. diagnose:funk hat gerade erst eine Internetseite zur Elektrohypersensibilität www.diagnose-ehs.org ins Netz gestellt.

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. Gefordert werden muss zudem, dass alle Tablets über einen Kabelanschluss verfügen. Wenn Schulen und Kultusministerien den Kabelanschluss zur Bedingung für die Schulzulassung machen, wird die Industrie dem nachkommen.

Wenn in Schulen die kabellose Technik nicht verhindert werden kann, oft unter dem Druck junger Lehrer, muss dennoch WLAN abgelehnt werden und eine neue kabellose Technik, die Visible Light Communication (VLC), installiert werden. Diese Technik ist jetzt zur Serienreife entwickelt. Die Datenübertragung erfolgt dabei über die LED-Raumbeleuchtung oder direkt über Infrarot-Sender. Mit großer Wahrscheinlichkeit ist sie nicht gesundheitsschädlich, da unser Körper an die Lichtstrahlung adaptiert ist. Zur Forschungslage dazu hat diagnose:funk einen Brennpunkt publiziert.

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 (KRAUTZ 2014, MÜNCH 2018). 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. Deshalb gibt es einen doppelten Grund, WLAN abzulehnen. Es ist gesundheitsschädlich und Teil der Infrastruktur der „Digitalen Bildung“, die ein Irrweg ist. Und Irrwege sollte man meiden! Das Homeschooling bei Corona hat die ganzen Schwächen des digitalen Lernens gezeigt. Diesen Monat wurde eine Petition für bildschirmfreie Kindergärten und Grundschulen, die das Bündnis für humane Bildung, die Vereinigung Eliant und diagnose:funk initiierten, mit 100.425 Unterschriften bei der EU in Brüssel übergeben. Das führte zu einem kleinen Erfolg: in den Bildungsplan der EU wurde zur Digitalisierung der Begriff "altersgemäß" aufgenommen. Die Schulen können selbst über ihre Ausstattung entscheiden. Tragen wir dazu bei, dass sie die Ausstattung mit WLAN ablehnen.

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

Internetseiten von diagnose:funk:

www.diagnose-funk.org / www.EMFData.org

www.diagnose-ehs.org / www.diagnose-media.org

Bündnis für humane Bildung: 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), issuu.com/sep2011--now/docs/1_f638df8a07237f, www.seipub.org/ABER/paperInfo.aspx?ID=3562

Bamdad K, Adel Z, Esmaili M (2019): Complications of nonionizing radiofrequency on divided Attention. *Journal of Cellular Biochemistry* 120 (6), DOI: 10.1002/jcb.28343

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

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

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

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

Cho YM et al: 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.

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)

E & W (2018): Die digitale Spaltung, *Erziehung und Wissenschaft* 10/2018, S. 6

Fahmy HM, Mohammed FF. (2020): Hepatic injury induced by radio frequency waves emitted from conventional Wi-Fi devices in Wistar rats. *Human & Experimental Toxicology*. DOI: 10.1177/0960327120946470

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

Milena Foerster, Arno Thielens, Wout Joseph, Marloes Eeftens and Martin Rösli (2018): A Prospective Cohort Study of Adolescents' Memory Performance and Individual Brain Dose of Microwave Radiation from Wireless Communication. <https://doi.org/10.1289/EHP2427> *Environmental Health Perspectives*, Vol. 126, No. 7, ResearchOpen Access

Füller C (2019): Ihr Geschäft ist die Digitalisierung, *Der Tagesspiegel*, 17.09.2019

Foerster M., Thielens A., Joseph W., Eeftens M., Rösli 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/>, in press.

Hardell L, Carlberg M (2018): Analyse und Kommentar zum NTP Report, erschienen als diagnose:funk Brennpunkt, 2018

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

Hensinger P, Wilke I (2016): Mobilfunk: Neue Studienergebnisse bestätigen Risiken der nicht-ionisierenden Strahlung, umwelt · medizin · gesellschaft | 29 | 3/2016, <https://www.diagnose-funk.org/publikationen/artikel/detail&newsid=1141>

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

Karimi N, Bayat M, Haghani M, Saadi H F, Ghazipour G R. (2018): 2.45 GHz microwave radiation impairs learning, memory, and hippocampal synaptic plasticity in the rat. Erschienen in: Toxicology and Industrial Health 2018; 34(12), 873–883

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

Kumar R, Deshmukh PS, Sharma S, Banerjee BD (2020): Effect of mobile phone signal radiation on epigenetic modulation in the hippocampus of Wistar rat. Environmental Research 192, 110297

Lai H, Singh NP 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

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 kancerogenen Substanzen – Kokanzergenität 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-powerdensity microwave exposure. J Radiat Res 49 (2), 163–70

Masoumi A, Karbalaeei N, Mortazavi SMJ, Shabani M (2018): Radiofrequency radiation emitted from Wi-Fi (2.4 GHz) causes impaired insulin secretion and increased oxidative stress in rat pancreatic islets. International Journal of Radiation Biology, DOI: 10.1080/09553002.2018.1490039; <https://doi.org/10.1080/09553002.2018.1490039>

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

Münch R (2018): Der bildungsindustrielle Komplex, Beltz Weinheim

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 AND CARCINOGENESIS STUDIES IN Hsd: SPRAGUE DAWLEY SD RATS EXPOSED TO WHOLE-BODY RADIO FREQUENCY RADIATION AT A FREQUENCY (900 MHz) AND MODULATIONS (GSM AND CDMA) USED BY CELL PHONES , https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/about_ntp/trpanel/2018/march/tr595peerdraft.pdf

NTP (2018b): NTP TECHNICAL REPORT ON THE TOXICOLOGY AND CARCINOGENESIS STUDIES IN B6C3F1/N MICE EXPOSED TO WHOLE-BODY RADIO FREQUENCY RADIATION AT A FREQUENCY (1,900 MHz) AND MODULA-

TIONS (GSM AND CDMA) USED BY CELL PHONE,
https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/about_ntp/trpanel/2018/march/tr596peerdraft.pdf

Özsobacı NP, Ergün DD, Tunçdemir M, Özçelik D (2019): Protective Effects of Zinc on 2.45 GHz Electromagnetic Radiation-Induced Oxidative Stress and Apoptosis in HEK293 Cells. *Biol Trace Elem Res*. doi: 10.1007/s12011-019-01811-6

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

Saygin M, Asci H, Ozmen O, Cankara FN, Dincoglu D, Ilhan I. (2016): Impact of 2.45 GHz Microwave Radiation on the Testicular Inflammatory Pathway Biomarkers in Young Rats: The Role of Gallic Acid. *Erschienen in: Environ. Toxicol.*, 31: 1771-1784. doi:10.1002/tox.22179

Schuermann, D.; Mevissen, M. : 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>

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

TELEKOM: Bedienungsanleitung Speedport Smart, 2017, S. 21

Wang B, Lai H (2000): Acute exposure to pulsed 2.450 MHz microwaves affects water-maze 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 Meta-analysis of Cross-sectional Studies. *Sci Rep* 2017; 7 (1): 12595

Warnke U, Hensinger P: Steigende „Burn-out“- Inzidenz durch technisch erzeugte magnetische und elektromagnetische Felder des Mobil- und Kommunikationsfunks, *umwelt • medizin • gesellschaft*, 1/2013

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)

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