Konzentration und Gedächtnis

Was Studien zu Denkleistung, Aufmerksamkeit und Hirnaktivität unter Mobilfunkstrahlung zeigen

RAUM 1 — Bürger & Familien

Aufmerksamkeit · Gedächtnis · Telefonieren · Alltag verändern

Warum lohnt sich ein Blick auf die Gewohnheiten rund um Handy und WLAN?

Warum fällt es an manchen Tagen schwer, einen Text aufmerksam zu lesen? Weshalb bleibt bei den Hausaufgaben so wenig hängen? Und macht es einen Unterschied, ob das Handy beim Telefonieren am Ohr liegt oder auf dem Tisch?

Auf diese Fragen gibt es Hinweise aus der Forschung. Mobilfunkstrahlung kann die messbare Aktivität des menschlichen Gehirns verändern. Bei Jugendlichen ging eine höhere geschätzte Strahlungsdosis im Gehirn außerdem mit einer ungünstigeren Entwicklung bestimmter Gedächtnisleistungen einher. Untersucht wurde dabei vor allem das Erinnern abstrakter Figuren und Formen.

Wer viel telefoniert, ständig Nachrichten liest und nachts erreichbar bleibt, verändert mehrere Dinge gleichzeitig. Genau deshalb ist ein Merkmal der Schweizer Jugendstudien so wertvoll: Das Forschungsteam hat die Strahlungsaufnahme getrennt von der übrigen Mediennutzung betrachtet.

Was zeigen die Untersuchungen über das Denken?

Eine amerikanische Laborstudie (Volkow und Kollegen, 2011) fand bei 47 gesunden Erwachsenen nach 50 Minuten mit einem Handy am Ohr einen erhöhten Zuckerumsatz in den Gehirnregionen nahe der Antenne. Das ist eine gemessene Veränderung der Hirnaktivität.

Ein Schweizer Forschungsteam (Röösli und Kollegen) begleitete Jugendliche etwa ein Jahr lang und wiederholte die Gedächtnistests. Eine höhere berechnete Strahlungsdosis im Gehirn ging in mehreren Auswertungen mit einer ungünstigeren Entwicklung des Figurengedächtnisses einher. Deutlicher zeigte sich das bei Jugendlichen, die vorwiegend am rechten Ohr telefonierten. Telefonverbindungen und andere Formen der Mediennutzung waren dabei bereits berücksichtigt.

Studien erfassen meist kurze Zeiträume und einzelne Tests. Was Menschen über Jahre im Alltag erleben, bilden sie nur zum Teil ab. Deshalb ist Ihre eigene Beobachtung wertvoll (siehe unten).

Was lässt sich ohne großen Aufwand verändern?

Vorsorge im Alltag

Mobilfunkstrahlung ist nicht gesundheitsförderlich, sondern eine biologische Belastung. Jede vermeidbare Aufnahme, die Sie sich sparen, zählt.

- Beim Telefonieren den Lautsprecher nutzen und das Gerät mit Abstand ablegen. Das kostet nichts. Eine weitere Möglichkeit ist ein Luftschlauch-Headset, bei dem der Schall über einen Hohlschlauch zum Ohr gelangt (etwa 10 bis 30 Euro, Stand Oktober 2026).

- Das Handy möglichst nicht direkt am Körper tragen, sondern in einer Tasche mit Abstand zum Körper aufbewahren.
- Nachts vermeidbare Strahlungsquellen ausschalten. Im Flugmodus zusätzlich kontrollieren, ob WLAN und Bluetooth ausgeschaltet sind. Das Gerät nicht neben dem Kopf ablegen. Mehr zum Schlaf: Artikel 13.
- Dauernutzung der Strahlungsquellen vermeiden: Geräte nach Möglichkeit per Kabel betreiben (LAN statt WLAN), WLAN nur bei Bedarf einschalten und sonst ausschalten.

Abstand und Abschalten senken die Aufnahme. Ob sich dadurch Konzentration und Gedächtnis bei Ihnen spürbar verbessern, können Sie in einigen Wochen selbst beobachten.

Kinder und Jugendliche schützen: den Einstieg ins eigene Handy so spät wie möglich wählen, jedes Jahr zählt. Für Absprachen und Erreichbarkeit genügt anfangs ein Tastenhandy oder das Festnetz. Die gemeinsame Nutzung von per LAN-Kabel verbundenen Geräten sowie feste strahlungsarme Zeiten, etwa bei Schlaf und Mahlzeiten, schaffen eine regenerationsfördernde Umgebung. Mehr dazu: Artikel 16.

Was verändert sich bei Ihnen?

Beobachten Sie für ein paar Wochen, wann Ihnen Konzentration leichter oder schwerer fällt. Wo liegt das Gerät beim Arbeiten? Wie lange telefonieren Sie, und wie halten Sie es dabei? Wie schlafen Sie?

Notieren Sie kurz die Ausgangssituation und verändern Sie anschließend möglichst eine Bedingung nach der anderen. Halten Sie auch unveränderte Tage fest. Es geht nicht darum, sich ständig zu kontrollieren, sondern hilfreiche Bedingungen für den eigenen Alltag zu finden.

Bei anhaltenden oder zunehmenden Beschwerden ist eine ärztliche Abklärung sinnvoll. Ihre Beobachtungen machen das Gespräch konkret: Welche Beschwerden bestehen, wann treten sie auf, und was hat sich nach einer Veränderung getan?

→ Ärztinnen und Ärzte finden im nächsten Abschnitt Anamnesefragen, Formulierungen für das Patientengespräch und die Reduktion in der Beratung.

RAUM 2 — Ärzte & Therapeuten

Anamnese · Verlauf · Differenzialdiagnostik · Reduktion in der Beratung

Warum können Konzentrations- und Gedächtnisbeschwerden im Zusammenhang mit Mobilfunkstrahlung heute medizinisch nicht mehr ignoriert werden?

Messbare Veränderungen der Hirnaktivität und prospektive Befunde zum Figurengedächtnis Jugendlicher begründen eine ärztliche Arbeitshypothese, die in jede sorgfältige Anamnese gehört [1–3]. Die individuelle Zuordnung entsteht im Verlauf: Beschwerden ernst nehmen, die tatsächliche Strahlenbelastung erfassen und den Verlauf nachvollziehbar dokumentieren.

Welche Expositionssituation und welche Beschwerden stehen im Vordergrund?

Für diesen Artikel sind Telefonate mit dem Endgerät am Kopf, wiederholte Nutzung über Monate und Strahlungsquellen im Schlafbereich besonders relevant. Erfragt werden Konzentrationsabfall, subjektive Vergesslichkeit, geistige Ermüdbarkeit und begleitende Schlafprobleme.

Eine berichtete Beschwerde, eine Leistung im standardisierten Test und eine Veränderung im EEG sind unterschiedliche Beobachtungen. Die EUROPAEM-Leitlinie empfiehlt eine umweltmedizinische Anamnese und die Prüfung einer Expositionsreduktion [4]; ihre Empfehlungen sind von den Ergebnissen einzelner Studien zu unterscheiden.

Wie lässt sich die Anamnese konkretisieren?

Zunächst interessieren Beginn, Verlauf und funktionelle Bedeutung: Seit wann bestehen die Beschwerden? Betreffen sie Wortfindung, Merkfähigkeit, Ausdauer oder Ablenkbarkeit? Welche Folgen haben sie für Schule, Beruf und Alltagsorganisation?

Die Expositionsanamnese ergänzt diese Fragen:

- Wie lange wird telefoniert, und mit welchem Gerätetyp?
- Liegt das Gerät am Kopf, wird der Lautsprecher verwendet oder ein Headset? Welcher Typ?
- Welche Strahlungsquellen befinden sich am Schlafplatz, und welche senden nachts?
- Wie haben sich Schlaf, Telefonierverhalten und Beschwerden zeitlich entwickelt?
- Bestand die Beschwerde bereits vor der Vermutung eines Zusammenhangs mit der Strahlung?
- Verändert sie sich bei Abwesenheit, an anderen Arbeitsplätzen oder im Urlaub?
- Welche weiteren Bedingungen ändern sich dabei gleichzeitig?

Schlafqualität und vegetative Zeichen gehören in dieselbe Anamnese (Artikel 13 und 17). Parallel erfolgt die übliche Abklärung möglicher Ursachen und Mitursachen, etwa Schlafstörungen, Medikamenteneffekte, psychische Belastungen sowie internistische oder neurologische Erkrankungen. Akut einsetzende Verwirrtheit oder neue neurologische Ausfälle erfordern eine zeitnahe beziehungsweise notfallmäßige Abklärung.

Besondere Aufmerksamkeit verdienen Kinder und Jugendliche mit schulischen Einbußen, Menschen mit ausgeprägten Schlafproblemen, ältere Personen mit neu auftretender Vergesslichkeit und Patientinnen und Patienten, die bereits wiederholt situationsbezogene Beschwerden schildern. Diese Prioritäten folgen der klinischen Erfahrung.

Wie könnte das Gespräch in der Praxis klingen?

Erwachsene Patientin mit Konzentrationsabfall: „Was Ihr Körper Ihnen mit diesem Beschwerdebild zeigt, ist wertvoll. Es ist ein Signal, das wir uns gemeinsam anschauen. Was glauben Sie, was Sie an Strahlung in Ihrem Alltag verringern können?“

Eltern eines Schulkindes: „Dass Ihr Kind sich schlechter konzentriert, nehme ich ernst. Wo liegt sein Handy nachts? Und was lässt sich an den Abenden einfach verändern?“

Patient, der den Zusammenhang selbst anspricht: „Sie haben da etwas bemerkt, und das gilt für mich. Wir halten zusammen fest, wann es besser und wann es schlechter geht.“

Wie kann eine Expositionsreduktion in der Beratung genutzt werden?

Die Reduktion eigener, steuerbarer Quellen ist eine einfache Maßnahme, die sich in jedes Gespräch einfügen lässt. Vereinbart werden ein bis zwei überschaubare Schritte, zuerst der Schlafplatz, danach körpernahe Quellen und längere Telefonate, sowie ein Kontrolltermin, bei dem gemeinsam besprochen wird, was sich getan hat.

Eine fachkundige Messung ist vor allem dann hilfreich, wenn die relevante Quelle unklar bleibt oder äußere Quellen vermutet werden. Abschirmmaßnahmen sollten erst nach einer Messung und mit anschließender Wirksamkeitskontrolle erwogen werden [4].

Eine Besserung ist ein klinisch relevanter Verlaufshinweis. Seine Spezifität steigt, wenn die Veränderung der Exposition dokumentiert ist und andere gleichzeitig veränderte Bedingungen erfasst werden. Ändern sich zugleich Schlafenszeiten, Arbeitsbelastung und Mediennutzung, lässt sich der beobachtete Nutzen nicht eindeutig einem einzelnen Faktor zuordnen.

Welche Vorsorgeinformation gehört in die Beratung?

Expositionssenkung und Symptomverbesserung sind zwei Ziele; beide dürfen benannt werden. Vereinbart werden überschaubare, alltagstaugliche Schritte und ein Zeitpunkt zur Verlaufskontrolle. Zum Beginnen braucht es keine Anschaffung. Wer mehr tun möchte: Ein vollständiger Verzicht auf die jeweilige Quelle ist die konsequenteste Lösung.

Welches ärztliche Fazit ergibt sich für die Behandlung?

Konzentrations- und Gedächtnisbeschwerden verdienen eine vollständige klinische Abklärung und eine respektvolle Expositionsanamnese. Eine niedrigschwellige Reduktion vermeidbarer Strahlung kann als ergänzende, gemeinsam vereinbarte Maßnahme eingesetzt werden. Gruppenbefunde liefern die Forschungsgrundlage; über den einzelnen Patienten entscheidet der dokumentierte klinische Verlauf. Die klinische Beobachtung ist dabei eine eigene Erkenntnisquelle.

→ Die einzelnen Studien, ihre Zahlen und die methodischen Grenzen folgen im nächsten Abschnitt.

RAUM 3 — Wissenschaft & Evidenz

Hirnstoffwechsel · Leistungstests · Jahresverlauf · Aussagegrenzen

Welche Aussageebenen müssen getrennt werden?

Die ausgewählten Primärstudien untersuchen vor allem gemessene Veränderungen der Hirnaktivität und Ergebnisse kognitiver Tests.

Vier Ebenen sind auseinanderzuhalten:

1. Gemessene Veränderung: etwa regionaler Glucosestoffwechsel, EEG-Leistung, Reaktionszeit oder Testgenauigkeit.
2. Berichtete Beschwerde: etwa subjektiver Konzentrationsabfall oder Vergesslichkeit.
3. Statistischer Zusammenhang: etwa zwischen modellierter Gehirndosis und Gedächtnisentwicklung.
4. Ursache und biophysikalischer Wirkweg: die Erklärung, durch welchen Vorgang eine bestimmte Exposition einen bestimmten Endpunkt verändert.

Ein kontrollierter Expositionsversuch kann einen akuten Effekt unter seinen Versuchsbedingungen untersuchen. Eine Kohortenstudie kann zeitliche Zusammenhänge über Monate erfassen. Keine dieser Ebenen darf stillschweigend in eine andere überführt werden.

Welche Veränderungen der Hirnaktivität wurden gemessen?

Volkow et al. 2011, US-amerikanische NIH- und Brookhaven-Gruppe: Bei 47 gesunden Erwachsenen war nach 50 Minuten Exposition durch ein stummgeschaltetes Mobiltelefon am rechten Ohr bei 837,8 MHz der regionale Glucosestoffwechsel im antennennahen orbitofrontalen und temporalen Bereich höher als unter der ausgeschalteten Vergleichsbedingung. ○ [1]

Der absolute Unterschied betrug 2,4 µmol/100 g/min, entsprechend ungefähr sieben Prozent in der betroffenen Region. Das randomisierte Crossover-Design verglich jede Person mit sich selbst; die Teilnehmenden kannten den Expositionszustand nicht. Der Versuch erfasste einen akuten Stoffwechselendpunkt, keine Gedächtnisleistung und keine chronische Erkrankung. Die räumliche Exposition wurde vereinfacht geschätzt; daraus entsteht Unsicherheit bei der Zuordnung der regionalen Dosis [1].

Regel et al. 2007, Zürcher Gruppe, NeuroReport: Bei 24 gesunden jungen Männern erhöhte eine 30-minütige gepulste 900-MHz-Exposition mit einer angegebenen maximalen SAR von 1 W/kg die EEG-Spektralleistung im Wachzustand bei 10,5–11 Hz, gemessen 30 Minuten nach der Exposition. ○ [5] Mit kontinuierlicher Welle traten diese Effekte nicht auf. Das gilt für diese Frequenz, Dauer und Gruppe junger Männer; es zeigt, dass die Signalform, also gepulst oder kontinuierlich, für die Wirkung eine Rolle spielte [5].

Dieser EEG-Befund beschreibt eine physiologische Veränderung. Seine Bedeutung für geistige Leistungsfähigkeit ergibt sich nicht aus der Richtung der EEG-Veränderung. Schlaf-EEG und die dazugehörige Forschung werden in Artikel 13 behandelt; autonome Endpunkte und HRV in Artikel 17.

Was zeigen Leistungstests bei Erwachsenen unter kurzfristiger Exposition?

Regel et al. 2007, NeuroReport: Im selben Versuch mit 24 jungen Männern wurden die Antworten in einer Arbeitsgedächtnisaufgabe unter gepulster Exposition langsamer und zugleich genauer. ○ [5] Die Studie dokumentierte damit

eine Verschiebung zwischen Geschwindigkeit und Genauigkeit der Aufgabenbearbeitung.

Regel et al. 2007, Journal of Sleep Research: Bei 15 gesunden Männern nahm während einer 30-minütigen einseitigen Kopfexposition mit einem GSM-ähnlichen gepulsten Signal die Reaktionsgeschwindigkeit in der 1-back-Aufgabe mit steigender Intensität ab; untersucht wurden Scheinexposition, 0,2 und 5 W/kg lokale, über 10 g gemittelte SAR. ○ [6]

Die Stufen lagen unterhalb (0,2 W/kg) und oberhalb (5 W/kg) des für die Allgemeinbevölkerung gebräuchlichen lokalen Kopfgrenzwerts von 2 W/kg. Die Stichprobe war klein und auf gesunde Männer beschränkt. Die Ergebnisse betreffen eine bestimmte Arbeitsgedächtnisaufgabe während kurzer Exposition, nicht die Entwicklung des Gedächtnisses über Jahre. Der Schlaf-EEG-Befund derselben Studie gehört zu Artikel 13.

Welche Zusammenhänge wurden bei Jugendlichen über ein Jahr beobachtet?

Schoeni, Roser und Röösli 2015, Schweizer HERMES-Gruppe: In einer prospektiven Kohorte mit 439 Jugendlichen war eine höhere geschätzte kumulative Hochfrequenzdosis über ungefähr ein Jahr mit einer ungünstigeren Veränderung des Figurengedächtnisses verbunden. ○ [2]

Die Studie kombinierte Nutzungsangaben, bei einer Teilgruppe von 234 Jugendlichen objektive Verbindungsdaten der Netzbetreiber, und Dosisabschätzungen. Der Beitrag der Strahlung ließ sich damit genauer untersuchen als mit der bloßen Frage nach täglicher Bildschirmzeit [2].

Foerster et al. 2018, erweiterte HERMES-Kohorte: Bei rund 670 Jugendlichen mit auswertbarer Dosis- und Gedächtnisentwicklung über ungefähr ein Jahr zeigte sich ein negativer Zusammenhang zwischen modellierter Gehirndosis und Figurengedächtnis. Pro Interquartilsabstand der Dosis lag der Unterschied bei −0,39 Punkten (95-%-Konfidenzintervall −0,67 bis −0,10) bei den 532 Jugendlichen, die vorwiegend am rechten Ohr telefonierten, und bei −0,26 Punkten (−0,42 bis −0,10) in der Teilgruppe mit objektiven Verbindungsdaten (n = 274). ○ [3]

In der Gesamtanalyse lag der Schätzer bei −0,22 Punkten (−0,47 bis 0,03); das Konfidenzintervall reichte also geringfügig über null. Richtung und Größe des Zusammenhangs waren dort weniger präzise bestimmt als in den genannten Teilgruppen. Die Autorinnen und Autoren sehen in den Ergebnissen einen möglichen nachteiligen Effekt der Gehirndosis auf Funktionen in den beim Telefonieren am stärksten exponierten Hirnregionen und fordern die Bestätigung in anderen Bevölkerungsgruppen [3].

Die Dosisabschätzung berücksichtigte GSM- und UMTS-Telefonate, Schnurlostelefone sowie weitere körpernahe und äußere Quellen. Die geschätzte Gehirndosis stammte überwiegend aus Telefonaten; für Dauerquellen wie WLAN oder Basisstationen liefert diese Studie keine Aussage. Die Veröffentlichung von 2018 erweiterte die frühere Untersuchung um eine zweite Rekrutierungswelle und verbesserte das Dosismodell. Sie ist eine wichtige Fortführung innerhalb desselben Forschungsprogramms, keine Bestätigung durch eine vollständig unabhängige Arbeitsgruppe [3].

Welche Befunde liegen bei jüngeren Kindern vor?

Cabré-Riera et al. 2021, europäische Mehrzentren-Gruppe: In einer Querschnittsanalyse von 2.952 Kindern im Alter von neun bis elf Jahren aus den Niederlanden und Spanien war eine höhere modellierte tägliche Ganzhirndosis aus allen erfassten Quellen sowie aus Telefonaten mit einem niedrigeren Wert für nonverbale Intelligenz verbunden; der Unterschied betrug −0,10 Punkte je 100 mJ/kg/Tag, mit einem 95-%-Konfidenzintervall von −0,19 bis −0,02. ○ [7]

Die Exposition wurde aus mehreren Quellen modelliert, nicht als individuelle Gehirndosis direkt gemessen. Die Studie umfasste zusätzlich 261 ältere Jugendliche; der beschriebene Zusammenhang zur nonverbalen Intelligenz stammt aus der Kindergruppe. Die Autorinnen und Autoren selbst weisen darauf hin, dass der Querschnittsaufbau, die kleine Effektgröße und der unbekannte biologische Mechanismus Zufall oder umgekehrte Verursachung nicht ausschließen, und fordern Längsschnittstudien [7].

Was begrenzt die Aussagekraft der Dosisabschätzung?

Die HERMES-Auswertung von 2018 berücksichtigte unter anderem Alter, Geschlecht, Schulniveau, elterliche Bildung, körperliche Aktivität und Mediennutzungsprofile [3].

Ein Dosismodell benötigt Annahmen zu Sendeleistung, Netzstandard, Geräteposition und Nutzungsdauer; deren Fehler übertragen sich auf die geschätzte Dosis. Das gilt für alle Dosisstudien. Eine ausführliche Einordnung der Studienmethodik bietet Artikel 7.

Wird das kindliche Gehirn anders exponiert?

Wiart et al. 2008 verglichen numerische Kopfmodelle bei Frequenzen zwischen 900 und 2.400 MHz. In den Modellen fünf- bis achtjähriger Kinder lag die höchste über 1 g gemittelte SAR in oberflächennahen Gehirngeweben ungefähr doppelt so hoch wie in Erwachsenenmodellen. Bei Kindermodellen über acht Jahren lag dieser Wert ungefähr auf dem Niveau der Erwachsenenmodelle [8].

Die über 10 g gemittelten Maximalwerte des gesamten Kopfes unterschieden sich wesentlich weniger. Die Aussage hängt somit von Alter, Anatomie, Geräteposition, Frequenz und betrachteter Gewebemasse ab. Die Modellierung beschreibt Energieaufnahme, keinen gemessenen Gedächtnisschaden. Zur umfassenderen Einordnung siehe Artikel 16.

Welche Bedeutung haben Finanzierung, Zugehörigkeiten und Grenzwerte?

Die Volkow-Studie entstand an US-amerikanischen staatlichen Forschungseinrichtungen und wurde durch die NIH sowie Infrastrukturmittel des Energieministeriums unterstützt; die Autoren erklärten keine Interessenkonflikte [1].

Die HERMES-Arbeiten stammen aus dem Schweizer Forschungsumfeld des Swiss Tropical and Public Health Institute und der Universität Basel, mit dosimetrischer Zusammenarbeit in Belgien. Martin Röösli, Seniorautor der HERMES-Studien und Mitautor von Cabré-Riera et al., gehörte von 2016 bis 2024 der ICNIRP-Kommission an; die Veröffentlichungen von 2018 und 2021 fallen in diese Zeit [9]. Eine Erweiterung derselben Kohorte erhöht die Datenbasis, nicht automatisch die Unabhängigkeit der Bestätigung [3].

Die Dosimetriearbeit von Wiart et al. entstand unter Beteiligung der Telekommunikationsforschung von France Télécom/Orange. Auch hier ist die Zugehörigkeit offenzulegen, während die Modellannahmen und Vergleichsbedingungen eigenständig geprüft werden [8].

Die EUROPAEM-Veröffentlichung ist eine umweltmedizinische Leitlinie mit Empfehlungen, keine Wirksamkeitsstudie zur Behandlung von Gedächtnisbeschwerden. Ihre redaktionelle Verbindung zur Plattform wird im Quellenverzeichnis offengelegt [4].

Grenzwerte schützen vor Erwärmung, und nur davor. Zu Konzentration und Gedächtnis nach jahrelanger Exposition sagt Grenzwertkonformität nichts aus; hier zählen Expositionsdauer, tatsächliche Gehirndosis, Alter und geeignete Verlaufsuntersuchungen.

Was lässt sich aus den Befunden folgern?

Drei Beobachtungen stehen nebeneinander: messbare akute Veränderungen bei Erwachsenen (Hirnstoffwechsel, EEG, Leistungsmuster), bei Jugendlichen innerhalb des HERMES-Programms eine ungünstigere Entwicklung des Figurengedächtnisses bei höherer Gehirndosis über ein Jahr, und bei Kindern ein kleiner querschnittlicher Zusammenhang mit nonverbaler Intelligenz. Sie liegen auf verschiedenen Aussageebenen und werden gemeinsam gelesen, ohne einander zu ersetzen.

Studien erfassen meist kürzere Zeiträume und einzelne Tests; die klinische Beobachtung in Praxen ist eine eigene Erkenntnisquelle und setzt früher an. Biophysikalische Hintergründe zu Nervenzellen und Hirnschranke: Artikel 10 (Kal-

ziumkanäle), Artikel 2 (oxidativer Stress) und Artikel 30 (Blut-Hirn-Schranke).

Die praktische Konsequenz ist eine doppelte: Beschwerden klinisch umfassend abklären und vermeidbare Exposition ohne Heilversprechen reduzieren. Forschung sollte wiederholte objektive Expositionsdaten, altersgerechte Leistungstests, Schlaf, Medienverhalten und mehrjährige Verläufe gemeinsam erfassen.

Welche Quellen liegen dem Artikel zugrunde?

Marker-Legende: ○ Hinweise vorhanden · ⦿ unabhängig bestätigt · ● biophysikalisch belegt. Bei wiederholten Auswertungen derselben Kohorte entsteht dadurch keine unabhängige Bestätigung.

#	Quelle
1	Volkow ND, Tomasi D, Wang GJ, Vaska P, Fowler JS, Telang F, Alexoff D, Logan J, Wong C: Effects of Cell Phone Radiofrequency Signal Exposure on Brain Glucose Metabolism. JAMA. 2011;305(8):808–813. DOI: 10.1001/jama.2011.186
2	Schoeni A, Roser K, Röösli M: Memory performance, wireless communication and exposure to radiofrequency electromagnetic fields: A prospective cohort study in adolescents. Environment International. 2015;85:343–351. DOI: 10.1016/j.envint.2015.09.025 PMID 26474271
3	Foerster M, Thielens A, Joseph W, Eeftens M, Röösli M: A Prospective Cohort Study of Adolescents' Memory Performance and Individual Brain Dose of Microwave Radiation from Wireless Communication. Environmental Health Perspectives. 2018;126(7):077007. DOI: 10.1289/EHP2427 PMID 30044230
4	Belyaev I, Dean A, Eger H, Hubmann G, Jandrisovits R, Kern M, Kundi M, Moshammer H, Lercher P, Müller K, Oberfeld G, Ohnsorge P, Pelzmann P, Scheingraber C, Thill R: EUROPAEM EMF Guideline 2016 for the prevention, diagnosis and treatment of EMF-related health problems and illnesses. Reviews on Environmental Health. 2016;31(3):363–397. DOI: 10.1515/reveh-2016-0011 PMID 27454111. Der Herausgeber dieser Plattform ist Mitautor der Leitlinie.
5	Regel SJ, Gottselig JM, Schuderer J, Tinguely G, Rétey JV, Kuster N, Landolt HP, Achermann P: Pulsed radio frequency radiation affects cognitive performance and the waking electroencephalogram. NeuroReport. 2007;18(8):803–807. DOI: 10.1097/WNR.0b013e3280d9435e PMID 17471070
6	Regel SJ, Tinguely G, Schuderer J, Adam M, Kuster N, Landolt HP, Achermann P: Pulsed radio-frequency electromagnetic fields: dose-dependent effects on sleep, the sleep EEG and cognitive performance. Journal of Sleep Research. 2007;16(3):253–258. DOI: 10.1111/j.1365-2869.2007.00603.x PMID 17716273
7	Cabré-Riera A, van Wel L, Liorni I, Thielens A, Birks LE, Pierotti L, Joseph W, González-Safont L, Ibarluzea J, Ferrero A, Huss A, Wiart J, Santa-Marina L, Torrent M, Vrijkotte T, Capstick M, Vermeulen R, Vrijheid M, Cardis E, Röösli M, Guxens M: Association between estimated whole-brain radiofrequency electromagnetic fields dose and cognitive function in preadolescents and adolescents. International Journal of Hygiene and Environmental Health. 2021;231:113659. DOI: 10.1016/j.ijheh.2020.113659 PMID 33221634
8	Wiart J, Hadjem A, Wong MF, Bloch I: Analysis of RF exposure in the head tissues of children and adults. Physics in Medicine & Biology. 2008;53(13):3681–3695. DOI: 10.1088/0031-9155/53/13/019 PMID 18562780
9	ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, eingetragener Verein). Mitgliederprofil Martin Röösli: Kommissionsmitglied von 2016 bis 2024, danach Mitglied der Scientific Expert Group. Abgerufen am 10.11.2026. icnirp.org