Biologische Fenstereffekte

Warum die Stärke eines Feldes allein nicht über seine Wirkung entscheidet

RAUM 1 — Bürger & Familien

Nicht die Stärke allein · Das DECT-Telefon im Wohnzimmer · Was Sie beobachten können

Warum kann ein schwaches Signal manchmal mehr bewirken als ein starkes?

Vielleicht kennen Sie das: Der Nachbar hat einen leistungsstarken Router, doch erst das schwächere, gepulste Signal im eigenen Schlafzimmer verändert den Schlaf. Oder Ihr Kind reagiert nicht auf das Handy des Vaters, sondern auf das schnurlose DECT-Telefon im Wohnzimmer — ein Gerät, das kaum jemand für „stark“ halten würde. Wie kann das sein, wenn angeblich nur die Feldstärke zählt?

Die Vorstellung „je schwächer, desto geringer die Wirkung“ stammt aus der Wärmelehre. Dort stimmt sie, denn Erwärmung ist eine reine Energiefrage. Lebende Zellen funktionieren aber nicht wie ein Kochtopf. Sie reagieren auf elektromagnetische Signale eher wie ein Schloss auf einen Schlüssel: Es kommt nicht darauf an, wie fest man drückt, sondern ob der Schlüssel passt — bei welcher Stärke, welcher Frequenz, welchem Rhythmus. Ein Bild macht das greifbar: Eine Glühbirne und ein Stroboskop können im Mittel dieselbe Leistung haben. Doch nur das Blitzlicht kann bei empfindlichen Menschen einen Krampfanfall auslösen. Entscheidend ist der Rhythmus, nicht die Durchschnittsmenge.

Was weiß die Forschung — und was nicht?

Ärztinnen und Ärzte erleben es in ihren Praxen immer wieder: Menschen reagieren auf schwache, gepulste Funkquellen im Schlafzimmer – und schlafen besser, wenn diese Geräte verschwinden. Die Forschung kennt dazu ein Muster. Schon in den 1970er-Jahren beobachteten Forscher, dass sich Hirngewebe im Labor nur bei ganz bestimmten Frequenzen und Feldstärken veränderte — darüber und darunter kaum oder gar nicht. Ein unabhängiges Labor bestätigte dieses Muster. Spätere Arbeiten fanden bei Taufliegen Vergleichbares mit Handystrahlung: Die stärkste Wirkung zeigte sich nicht direkt am Gerät, sondern in einem mittleren Abstand. Eine einfache Formel, die für jeden Menschen vorhersagt, wo ein solches „Fenster“ liegt, gibt es nicht. Genau deshalb greift die Vorstellung „unter dem Grenzwert ist automatisch sicher“ zu kurz. Mobilfunkstrahlung ist nicht gesundheitsförderlich, sondern eine biologische Belastung – auch dann, wenn sie schwach ist.

Vorsorge im Alltag

- Dauernutzung von Funk konsequent vermeiden: Geräte nach Möglichkeit per Kabel betreiben (LAN statt WLAN), Funk nur bei Bedarf einschalten und sonst ausschalten
- Wo WLAN vorerst bleibt: nachts abschalten (Zeitschaltuhr)

- Schnurgebundenes Telefon statt DECT; schnurlose Geräte, die bleiben, nicht neben Betten oder Sitzplätzen aufstellen — auch wenn sie „schwach“ wirken
- Beim Telefonieren Abstand schaffen: Lautsprecher (kostenlos) oder Luftschlauch-Headset (ab etwa 10 Euro, Stand Oktober 2026) nutzen, kein Kupferkabel am Ohr, und das Handy weit vom Körper entfernt halten. Besonders bei schwachem Empfang ist das wichtig.
- Abstand vor Abschirmung: Ein paar Meter Distanz zu Dauersendern bewirken oft mehr als teure Produkte
- Den Schlafbereich als „Funkstille-Zone“ gestalten

Was verändert sich bei Ihnen?

Führen Sie über ein paar Wochen ein einfaches Symptomtagebuch, parallel zu bewussten Phasen mit weniger Funk. Achten Sie auf Schlafqualität, morgendliche Erschöpfung, Kopfschmerzen oder Konzentration. Eine Verbesserung ist ein wertvolles Signal Ihres Körpers – und ein völlig ausreichender Grund, die neue Gewohnheit beizubehalten. Sie kostet nichts.

→ Ärztinnen und Ärzte finden im nächsten Abschnitt die Fenstertypen, ihre Bedeutung für die Anamnese und Formulierungen für das Patientengespräch.

RAUM 2 — Ärzte & Therapeuten

Intensitäts- und Frequenzfenster · Pulsung · Anamnese

Warum Fenstereffekte heute medizinisch nicht mehr ignoriert werden können

In der Praxis sehen wir immer wieder Patienten, deren Beschwerden mit schwachen, gepulsten Quellen im Wohn- und Schlafbereich zusammenhängen und die sich bessern, wenn diese Quellen entfernt werden. Anwohnerstudien aus fünf Ländern belegen den Zusammenhang zwischen Senderbetrieb und Schlafstörungen, und Tier- wie Humanstudien zeigen, dass elektromagnetische Felder die nächtliche Melatoninbildung dämpfen können (Raum 3). Dem steht häufig das Argument gegenüber, ein Patient könne durch schwache, „grenzwertkonforme“ Felder nicht betroffen sein. Wenn biologische Systeme aber nicht linear, sondern in bestimmten Bereichen von Frequenz, Pulsung und Intensität maximal reagieren, ist „schwach = ohne Wirkung“ biophysikalisch nicht haltbar. Für die Anamnese heißt das: Auch niedrig dosierte, aber ungünstig modulierte Expositionen (DECT, WLAN-Pulsung, Smart-Meter) können relevanter sein als ein stärkeres, gleichmäßiges Signal.

Was ist ein biologisches Fenster?

Mechanismen-Übersicht

Die klassische Toxikologie geht von einer gleichförmigen Dosis-Wirkungs-Beziehung aus: mehr Dosis, mehr Wirkung. Bei elektromagnetischen Feldern zeigt sich wiederholt ein anderes Muster — biologische Aktivität konzentriert sich auf bestimmte Intensitäts- und Frequenzbereiche, während höhere wie niedrigere Werte schwächer wirken. Dokumentiert sind Intensitäts- und Frequenzfenster. Als gemeinsamer zellulärer Nenner gilt die Aktivierung spannungsgesteuerter Calciumkanäle, deren Sensor auf bestimmte elektrische Reizmuster reagiert (ausführlich Artikel 10).

Wie äußert sich das Frequenzfenster?

Bawin, Kaczmarek und Adey fanden 1975, dass ein 147-MHz-Feld den Calcium-Ausstrom aus Hühnerhirngewebe nur dann steigerte, wenn es mit Frequenzen zwischen etwa 6 und 20 Hz amplitudenmoduliert war — also im Bereich der Hirnwellen; unmoduliert oder bei anderen Modulationsfrequenzen blieb der Effekt aus [1]. Die Arbeitsgruppe um Blackman bei der US-Umweltbehörde EPA bestätigte den Befund unabhängig und stieß dabei zusätzlich auf ein Feldstärkefenster: Der Calcium-Ausstrom trat nur in einem engen Bereich der Feldstärke auf [2].

Der Medizinphysiker Lebrecht von Klitzing veranschaulicht den Unterschied zwischen gemittelter und gepulster Leistung mit einem Stroboskop: Es gibt im Mittel dieselbe Leistung ab wie eine Glühlampe, kann aber epileptische Anfälle auslösen [3]. Grenzwerte beziehen sich auf zeitlich gemittelte Leistung (ausführlich Artikel 3).

Wie zeigt sich das Intensitätsfenster bei Taufliegen unter Handystrahlung?

Panagopoulos und Kollegen setzten Taufliegen der Strahlung eines GSM-900/1800-Handys in Abständen von 0 bis 100 cm aus. Die Fortpflanzungsfähigkeit sank durch Zelltod in den Keimdrüsen in allen getesteten Abständen von 0 bis 100 cm — am stärksten aber nicht direkt an der Antenne, sondern in 20–30 cm Abstand, bei einer Leistungsflussdichte um 10 µW/cm²; jenseits von einem Meter war die Wirkung nach Angabe der Autoren nicht mehr nachweisbar [4]. Eine Folgestudie zeigte, dass dieses Fenster an die Feldintensität gebunden ist, nicht an den Abstand selbst [5]. Die SAR-basierte Grenzwertlogik geht dagegen implizit von „mehr Energie, mehr Wirkung“ aus — eine Annahme, die durch Fenstereffekte grundsätzlich infrage gestellt wird [6].

Welche Patientengruppen sind besonders betroffen?

Fenstereffekte könnten erklären, warum Patientinnen und Patienten mit Elektrohypersensibilität auf bestimmte Signalmuster reagieren und nicht einfach auf die Intensität (zu individuellen Frequenzreaktionen Artikel 12 und 22). Die EUROPAEM-Leitlinie empfiehlt, individuelle Empfindlichkeit in die Bewertung einzubeziehen, statt sich allein an Bevölkerungsgrenzwerten zu orientieren [7]. Zu Kindern und Jugendlichen siehe Artikel 16.

Was bedeutet das für Diagnostik und Beratung?

Statt Patientinnen und Patienten nur allgemein auf Abstand zu verweisen, kann eine strukturierte Expositionsanalyse des Schlafbereichs — Messung, Geräteanordnung, gegebenenfalls Abschirmung — ein diagnostisch nutzbares Instrument sein. Zum Abschirmprinzip siehe Artikel 10 und 22.

Wie lässt sich das im Patientengespräch vermitteln?

Formulierungsvorschläge für die Praxis

„Ihre Beschwerden sind ein wichtiges Signal Ihres Körpers. Wir schauen sie uns gemeinsam an."

„Beim Funk zählt nicht nur die Stärke. Auch ein schwaches Signal kann den Körper stören."

„Welche Geräte stehen bei Ihnen in der Nähe des Bettes — und was davon könnten Sie verändern?"

Vorsorgeempfehlungen für die Praxis

- Die Anamnese um Gerätetypen und deren Pulsung erweitern (DECT, WLAN, Smart-Meter, Mobilfunk), nicht nur um die Nähe zum Sender
- Zur Dauernutzung raten: Geräte nach Möglichkeit per Kabel betreiben (LAN statt WLAN), Funk nur bei Bedarf einschalten — gemeint ist der Dauerbetrieb von Funk, nicht die Bildschirmzeit
- Bei EHS-Verdacht das EUROPAEM-Diagnostikschema anwenden: Anamnese, Untersuchung, Feldmessung, Expositionsreduktion, Verlaufsbeobachtung [7]
- Den Schlafbereich als primären Interventionsort priorisieren
- Abschirmung als ergänzendes Instrument einordnen — Quellenreduktion hat Vorrang
- Zur strukturierten Eigenbeobachtung anleiten: Symptomtagebuch parallel zum Expositionsprotokoll

Ärztliches Fazit

Die Fensterforschung stützt, was die ärztliche Praxis zeigt: „Niedrige Intensität" bedeutet nicht automatisch „geringe Wirkung". Mobilfunkstrahlung ist nicht gesundheitsförderlich, sondern eine biologische Belastung. Die Reduktion vermeidbarer Expositionsquellen im Schlaf- und Wohnbereich ist deshalb medizinisch begründet — unabhängig davon, ob im Einzelfall ein Kausalbeweis erbracht werden kann.

→ Die Einzelbefunde, die Melatonin-Forschung und die methodischen Grenzen finden Sie im folgenden Abschnitt.

RAUM 3 — Wissenschaft & Fachkreise

Frequenzfenster · Intensitätsfenster · Melatonin und Schlaf · Methodische Grenzen

Die folgenden Befunde sind nicht der Maßstab dafür, ob Fenstereffekte beim Menschen Beschwerden auslösen – das zeigt die klinische Beobachtung. Sie zeigen, dass biologische Systeme im Labor fensterartig reagieren – ein Muster, das zu dem passt, was Ärztinnen und Ärzte in der Praxis sehen. Studien erfassen jeweils einen Ausschnitt: ein Gewebe, eine Frequenz, eine Modulation, eine Feldstärke. Ein Versuchsaufbau, der das Fenster nicht trifft, kann die Wirkung verfehlen.

Wie wurden Frequenz- und Feldstärkefenster dokumentiert?

Bawin, Kaczmarek & Adey (1975): Ein mit 6–20 Hz amplitudenmoduliertes 147-MHz-Feld steigerte den Calcium-Ausstrom aus Hühnerhirngewebe; unmodulierte Felder und Modulationen bei 0,5, 3 und 35 Hz blieben ohne signifikanten Effekt [1]. An Katzenhirnrinde hatten Kaczmarek und Adey zuvor einen gesteigerten Ausstrom von Calcium und des Botenstoffs GABA unter schwachen, niederfrequent modulierten elektrischen Feldern gefunden [8]; die Wirkung schwacher, niederfrequent oszillierender Felder auf die Calciumbindung im Hirngewebe beschrieben Bawin und Adey 1976 [9].

Blackman et al. (US-EPA): Die unabhängige Replikation bestätigte den modulationsabhängigen Calcium-Ausstrom und zeigte, dass er nur innerhalb eines engen Feldstärkebereichs auftrat [2]. ⊙

Nicht alle Gruppen fanden den Effekt. Albert und Kollegen fanden bei 147 MHz, 16 Hz Modulation und 0,75 mW/cm² keinen signifikanten Effekt auf den Calcium-Ausstrom aus Hühnerhirngewebe [10]. ○ Merritt und Kollegen fanden mit pulsmodulierter Mikrowelle keine Veränderung der Calciumbindung im Hirngewebe [11]. ○ Beide Nullbefunde gelten für die jeweils geprüfte Kombination aus Trägerfrequenz, Modulation und Feldstärke am isolierten Gewebe. Sie sagen nichts darüber, ob die Fenster bei anderen Kombinationen oder am lebenden Menschen auftreten.

Panagopoulos et al. (2010): Die Wirkung von GSM-900/1800-Strahlung auf die Fortpflanzungsfähigkeit und den Zelltod in den Keimdrüsen von Taufliegen war in 20–30 cm Abstand (um 10 µW/cm²) am größten, nahm mit größerem Abstand deutlich ab und war jenseits von 1 m bzw. unter 1 µW/cm² nicht mehr nachweisbar [4]; das Fenster ließ sich der Feldintensität zuordnen [5]. ○

Panagopoulos, Johansson & Carlo (2013): Die SAR bildet nur die absorbierte Energie ab; eine größere absorbierte Energiemenge führt nicht notwendigerweise zu einer größeren biologischen Reaktion [6]. Das ist eine methodische Position, kein biologischer Einzelbefund.

Was zeigt die Forschung zu Schlaf und Melatonin?

Senderbetrieb und Schlafstörungen – ein wiederholt belegter Zusammenhang. Dass Schlafstörungen in der Nähe von Sendeanlagen gehäuft auftreten und mit Abstand bzw. Feldstärke zusammenhängen, haben unabhängige Arbeitsgruppen in verschiedenen Ländern und bei verschiedenen Sendertypen übereinstimmend gefunden.

Schwarzenburg (Schweiz): Die Abschaltung des Kurzwellensenders Schwarzenburg (6–22 MHz) im Jahr 1998 bot ein seltenes natürliches Experiment. In zwei Querschnittserhebungen mit jeweils rund 400 Erwachsenen nahmen Ein- und besonders Durchschlafstörungen mit steigender Exposition zu; nach Unterbrechung der Sendungen besserte sich die Schlafqualität. Die Autoren sahen darin einen starken Hinweis auf einen ursächlichen Zusammenhang zwischen dem Senderbetrieb und den Schlafstörungen [12, 13].

Frankreich: Santini und Kollegen befragten 530 Anwohner von Mobilfunk-Basisstationen. Schlafstörungen waren bis zu einer Entfernung von 200 Metern signifikant häufiger als bei Menschen, die weiter als 300 Meter entfernt oder gar nicht exponiert wohnten [14].

Spanien: Navarro und Kollegen fanden bei Anwohnern einer Basisstation in La Ñora einen Zusammenhang zwischen gemessener Leistungsflussdichte und Beschwerden des sogenannten Mikrowellensyndroms, darunter Schlafstörungen, Kopfschmerzen, Reizbarkeit und Konzentrationsprobleme [15].

Ägypten: Abdel-Rassoul und Kollegen verglichen 85 Menschen, die unter oder gegenüber einer Mobilfunkantenne lebten oder arbeiteten, mit 80 passenden Kontrollpersonen; Schlafstörungen, Kopfschmerzen, Schwindel, Tremor und depressive Symptome traten bei den Exponierten signifikant häufiger auf [16].

Selbitz (Oberfranken): Eger und Jahn fanden bei Anwohnern einer Mobilfunksendeanlage einen signifikanten, dosisabhängigen Zusammenhang zwischen Wohnnähe zur Anlage und Schlafstörungen, neben weiteren Beschwerden wie Depression, Herz-Kreislauf- und Gleichgewichtsstörungen [17].

Zusammen genommen zeigen diese Studien bei Kurzwellen- und Mobilfunksendern in der Schweiz, in Frankreich, Spanien, Ägypten und Deutschland dasselbe Muster: mehr Schlafstörungen bei höherer Exposition. ⦿ In Schwarzenburg besserte sich die Schlafqualität zusätzlich nach der Abschaltung des Senders [12, 13]. ◯ Die Rimbach-Studie ergänzt die zeitliche Abfolge von der anderen Seite: Nach dem Einschalten einer GSM-Basisstation stiegen bei 60 Anwohnern die Stresshormone Adrenalin und Noradrenalin in den ersten sechs Monaten signifikant an, und der Ausgangszustand stellte sich auch nach eineinhalb Jahren nicht wieder ein [18]. ◯

Ein verblindetes Feldexperiment, bei dem 397 Anwohner in zehn Gebieten ohne Mobilfunkempfang je fünf Nächte einer echten und einer vorgetäuschten GSM-Basisstation ausgesetzt waren, fand keine Veränderung der objektiven und subjektiven Schlafqualität [19]. ◯ Dieser Nullbefund gilt nur für fünf Nächte GSM-Exposition bei Menschen, die zuvor keinen Mobilfunkempfang in ihrem Gebiet hatten. Er sagt nichts über die chronische Exposition über Jahre aus, um die es in den Anwohnerstudien geht, und nichts über die Besserung nach einer dauerhaften Abschaltung.

Felder und Melatonin – die Arbeiten von Russel J. Reiter. Der Melatoninforscher Russel J. Reiter (University of Texas, San Antonio) hat früh gezeigt, dass die Zirbeldrüse nicht nur auf Licht, sondern auch auf elektromagnetische Felder reagiert. Ratten, die im Mutterleib und in den ersten 23 Lebenstagen 60-Hz-Wechselfeldern ausgesetzt waren, zeigten einen abgeschwächten nächtlichen Melatoninanstieg [20]. In seinen Übersichtsarbeiten fasste Reiter zahlreiche Berichte verschiedener Arbeitsgruppen zusammen, nach denen statische und niederfrequente Felder die nächtliche Melatoninbildung dämpfen können, und ordnete sie in die Rolle des Melatonins als körpereigenes Antioxidans und Taktgeber ein [21, 22]. Weniger nächtliches Melatonin bedeutet damit zweierlei: schlechteren Schlaf und weniger Schutz vor oxidativem Stress (Artikel 2).

Melatonin beim Menschen unter Hochfrequenz. Burch und Kollegen fanden bei Beschäftigten eines Energieversorgers mit mehr als 25 Minuten Handynutzung pro Tag eine geringere nächtliche Ausscheidung des Melatonin-Metaboliten 6-OHMS, mit einem Trend abnehmender Werte bei zunehmender Nutzung; zusätzliche 60-Hz-Magnetfelder verstärkten den Effekt [23]. In Schwarzenburg stieg die Melatoninausscheidung nach der Abschaltung des Senders um 15 %, bei zuvor schlechten Schläfern um 26 %, abhängig vom Ausmaß der Feldreduktion [13]; bei Milchkühen stieg das Melatonin nach der Abschaltung vorübergehend an [12]. Tierexperimente mit niederfrequenten Feldern aus verschiedenen Laboren, eine Arbeiterkohorte unter Handynutzung und eine Anwohnerstudie an einem Kurzwellensender zeigen damit übereinstimmend: Elektromagnetische Felder können die nächtliche Melatoninbildung dämpfen. ⊙

Eine Studie an neun jungen Männern fand nach einer einmaligen, einstündigen Handyexposition am Abend keine Veränderung der 6-OHMS-Ausscheidung [24]. ○ Dieser Nullbefund gilt nur für eine einzelne Kurzexposition an einem Abend. Er sagt nichts über tägliche Nutzung über Jahre (Burch) und nichts über nächtliche Dauerexposition (Schwarzenburg).

Übersichtsarbeiten: Zahlreiche Studien zeigen Veränderungen des Melatonins unter Feldexposition, andere nicht [25, 26]. Schwarzenburg zeigt, worauf es klinisch ankommt: Der Effekt fand sich bei den Menschen mit schlechtem Schlaf, nicht im Durchschnitt aller. Studien, die über ganze Kollektive mitteln, können die Wirkung bei den Betroffenen verdünnen, die in die Praxis kommen.

Wo liegen die methodischen Grenzen?

Lage und Breite von Fenstern variieren zwischen Studien, Zelltypen und Spezies erheblich; eine allgemein auf den Menschen übertragbare Schwelle lässt sich daraus nicht ableiten. Reale Expositionen (mehrere Quellen, wechselnde Frequenzen und Intensitäten) sind schwer zu kontrollieren. Hinzu kommt die Finanzierung als struktureller Faktor: Ausschließlich industriefinanzierte Studien berichten in der Mobilfunkforschung deutlich seltener signifikante Effekte [27]. Wer die Gesamtlage bewertet, muss daher immer auch fragen, wer eine Studie bezahlt hat (ausführlich Artikel 28).

Spielen Erwartungseffekte eine Rolle?

Der Einwand, Erwartungseffekte erklärten die Beschwerden, betrifft die subjektive Symptomwahrnehmung in Provokationsstudien. Auf die hier beschriebenen Fenstereffekte an Hirngewebe, Zellen und Taufliegen lässt er sich nicht übertragen — sie treten ohne jede Erwartungshaltung auf. Bei Befragungen, wie in den Anwohnerstudien, lässt sich der Einwand dagegen nicht ausschließen; Messgrößen wie das Melatonin-Abbauprodukt 6-OHMS hängen weniger von der Selbsteinschätzung ab. Die Ebenen sind getrennt zu bewerten (zu den Provokationsstudien Artikel 29).

Wie geht die ICNIRP mit Fenstereffekten um?

Die Grenzwerte der ICNIRP, eines eingetragenen Vereins (Artikel 6), beruhen auf akuten thermischen Effekten. Nicht-thermische Fenstereffekte sind nicht Grundlage der Grenzwertsetzung (Artikel 3).

Kein Schadensnachweis ≠ Sicherheitsnachweis. Wenn die Wirkung nicht mit der Feldstärke steigt, schützt ein Grenzwert, der nur die Feldstärke begrenzt, nicht zuverlässig vor ihr.

Wissensstandsmarker

- ○ **Hinweise vorhanden** — Erste Beobachtungen liegen vor. Noch keine unabhängige Bestätigung.
- ◉ **Unabhängig bestätigt** — Mehrere Forschungsgruppen kommen zu vergleichbaren Ergebnissen.
- ● **Biophysikalisch belegt** — Wirkmechanismus reproduzierbar nachgewiesen und beschrieben.

#	Quelle
1	Bawin SM, Kaczmarek LK, Adey WR: Effects of modulated VHF fields on the central nervous system. Ann N Y Acad Sci. 1975;247:74–81. DOI: 10.1111/j.1749-6632.1975.tb35984.x.
2	Blackman CF, Benane SG, Elder JA, House DE, Lampe JA, Faulk JM: Induction of calcium-ion efflux from brain tissue by radiofrequency radiation: effect of sample number and modulation frequency on the power-density window. Bioelectromagnetics. 1980;1(1):35–43.
3	von Klitzing L: Einfluss elektromagnetischer Felder auf kardiovaskuläre Erkrankungen. umwelt·medizin·gesellschaft. 2014;27(1):17–21.
4	Panagopoulos DJ, Chavdoula ED, Margaritis LH: Bioeffects of mobile telephony radiation in relation to its intensity or distance from the antenna. Int J Radiat Biol. 2010;86(5):345–357. DOI: 10.3109/09553000903567961. PMID 20397839.
5	Panagopoulos DJ, Margaritis LH: The identification of an intensity 'window' on the bioeffects of mobile telephony radiation. Int J Radiat Biol. 2010;86(5):358–366.
6	Panagopoulos DJ, Johansson O, Carlo GL: Evaluation of Specific Absorption Rate as a Dosimetric Quantity for Electromagnetic Fields Bioeffects. PLoS One. 2013;8(6):e62663. DOI: 10.1371/journal.pone.0062663.
7	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. Rev Environ Health. 2016;31(3):363–397. DOI: 10.1515/reveh-2016-0011.
8	Kaczmarek LK, Adey WR: The efflux of 45Ca2+ and [3H]γ-aminobutyric acid from cat cerebral cortex. Brain Res. 1973;63:331–342.
9	Bawin SM, Adey WR: Sensitivity of calcium binding in cerebral tissue to weak environmental electric fields oscillating at low frequency. Proc Natl Acad Sci USA. 1976;73(6):1999–2003. DOI: 10.1073/pnas.73.6.1999.
10	Albert EN, Slaby F, Roche J, Loftus J: Effect of amplitude-modulated 147 MHz radiofrequency radiation on calcium ion efflux from avian brain tissue. Radiat Res. 1987;109(1):19–27. PMID 3809389.
11	Merritt JH, Shelton WW, Chamness AF: Attempts to alter 45Ca2+ binding to brain tissue with pulse-modulated microwave energy. Bioelectromagnetics. 1982;3(4):475–478. DOI: 10.1002/bem.2250030411.
12	Abelin T, Altpeter E, Röösli M: Sleep disturbances in the vicinity of the short-wave broadcast transmitter Schwarzenburg. Somnologie. 2005;9(4):203–209. DOI: 10.1111/j.1439-054X.2005.00072.x.

#	Quelle
13	Altpeter ES, Röösli M, Battaglia M, Pfluger D, Minder CE, Abelin T: Effect of short-wave (6–22 MHz) magnetic fields on sleep quality and melatonin cycle in humans: the Schwarzenburg shut-down study. Bioelectromagnetics. 2006;27(2):142–150. DOI: 10.1002/bem.20183.
14	Santini R, Santini P, Danze JM, Le Ruz P, Seigne M: Enquête sur la santé de riverains de stations relais de téléphonie mobile: I/Incidences de la distance et du sexe. Pathol Biol (Paris). 2002;50(6):369–373. PMID 12168254.
15	Navarro EA, Segura J, Portolés M, Gómez-Perretta de Mateo C: The microwave syndrome: a preliminary study in Spain. Electromagn Biol Med. 2003;22(2–3):161–169.
16	Abdel-Rassoul G, El-Fateh OA, Salem MA, Michael A, Farahat F, El-Batanouny M, Salem E: Neurobehavioral effects among inhabitants around mobile phone base stations. Neurotoxicology. 2007;28(2):434–440. DOI: 10.1016/j.neuro.2006.07.012.
17	Eger H, Jahn M: Spezifische Symptome und Mobilfunkstrahlung in Selbitz (Bayern) – Evidenz für eine Dosiswirkungsbeziehung. umwelt·medizin·gesellschaft. 2010;23(2):130–139.
18	Buchner K, Eger H: Veränderung klinisch bedeutsamer Neurotransmitter unter dem Einfluss modulierter hochfrequenter Felder – Eine Langzeiterhebung unter lebensnahen Bedingungen. umwelt·medizin·gesellschaft. 2011;24(1):44–57.
19	Danker-Hopfe H, Dorn H, Bornkessel C, Sauter C: Do mobile phone base stations affect sleep of residents? Results from an experimental double-blind sham-controlled field study. Am J Hum Biol. 2010;22(5):613–618.
20	Reiter RJ, Anderson LE, Buschbom RL, Wilson BW: Reduction of the nocturnal rise in pineal melatonin levels in rats exposed to 60-Hz electric fields in utero and for 23 days after birth. Life Sci. 1988;42(22):2203–2206.
21	Reiter RJ: Static and extremely low frequency electromagnetic field exposure: reported effects on the circadian production of melatonin. J Cell Biochem. 1993;51(4):394–403.
22	Reiter RJ: Melatonin in the context of the reported bioeffects of environmental electromagnetic fields. Bioelectrochem Bioenerg. 1998;47(1):135–142.
23	Burch JB, Reif JS, Noonan CW, Ichinose T, Bachand AM, Koleber TL, Yost MG: Melatonin metabolite excretion among cellular telephone users. Int J Radiat Biol. 2002;78(11):1029–1036. DOI: 10.1080/09553000210166561.
24	Bortkiewicz A, Pilacik B, Gadzicka E, Szymczak W: The excretion of 6-hydroxymelatonin sulfate in healthy young men exposed to electromagnetic fields emitted by cellular phone – an experimental study. Neuroendocrinol Lett. 2002;23(Suppl 1):88–91.
25	Lewczuk B, Redlarski G, Żak A, Ziółkowska N, Przybylska-Gornowicz B, Krawczuk M: Influence of Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields on the Circadian System: Current Stage of Knowledge. Biomed Res Int. 2014;2014:169459. DOI: 10.1155/2014/169459. PMID 25136557.
26	Touitou Y, Selmaoui B: The effects of extremely low-frequency magnetic fields on melatonin and cortisol, two marker rhythms of the circadian system. Dialogues Clin Neurosci. 2012;14(4):381–399.
27	Huss A, Egger M, Hug K, Huwiler-Müntener K, Röösli M: Source of funding and results of studies of health effects of mobile phone use: systematic review of experimental studies. Environ Health Perspect. 2007;115(1):1–4.