Zwei große Tierstudien, derselbe seltene Herztumor

Was Tierversuche bestätigen, das Ärztinnen und Ärzte längst in ihren Praxen sehen

RAUM 1 — Bürger & Familien

Herztumore bei Ratten · Was die Befunde bedeuten · Was Sie tun können

Was haben die großen Tierstudien gefunden?

Vielleicht haben Sie davon gehört: Eine große amerikanische Studie hat bei Ratten Krebs durch Handystrahlung gefunden. Und sofort folgt die Frage: Gilt das auch für Menschen? Genau hier setzen die zwei bekanntesten Tierstudien zur Mobilfunkstrahlung an – die amerikanische NTP-Studie des nationalen Toxikologie-Programms der USA und die italienische Studie des Ramazzini-Instituts in Bologna. Beide fanden unabhängig voneinander etwas, womit kaum jemand gerechnet hatte: seltene bösartige Nerventumore am Herzen, sogenannte Schwannome.

Warum ist das wichtig, obwohl Sie kein Rattenherz haben? Tierversuche haben in der Giftstoff-Forschung dieselbe Aufgabe wie bei der Zulassung von Medikamenten: Sie sind das Frühwarnsystem. Bevor ein Stoff oder eine Strahlung jahrzehntelang auf Millionen Menschen einwirkt, prüft man unter kontrollierten Bedingungen, ob sie im lebenden Körper überhaupt etwas verändert. Genau das haben diese Studien getan – und sie haben eine Antwort bekommen.

Die NTP-Studie setzte über 3.000 Ratten und Mäuse rund zwei Jahre lang starker Handystrahlung am ganzen Körper aus. Bei männlichen Ratten trat der seltene Herztumor deutlich häufiger auf, dazu kamen mehr bösartige Hirntumore. Die Ramazzini-Studie ging einen anderen Weg: Ratten lebten von der Zeit im Mutterleib bis zu ihrem natürlichen Tod täglich rund 19 Stunden in einem schwachen Funkfeld, wie es in der Nähe eines Mobilfunkmasts vorkommt. Auch hier zeigte sich bei männlichen Tieren mehr von genau diesem Herztumor.

Das ist der Kern: Zwei Studien mit völlig unterschiedlicher Bestrahlung – kurz und stark in den USA, lebenslang und schwach in Italien – fanden denselben seltenen Tumor am selben Organ. Ein reiner Zufall wird damit sehr unwahrscheinlich.

Welche zwei deutschen Studien passen ins Bild?

Schon einige Jahre vorher hatte das Fraunhofer-Institut für Toxikologie in Hannover trächtige Mäuse untersucht, deren Nachwuchs zusätzlich eine krebsauslösende Substanz erhalten hatte. Die Mäuse, die außerdem UMTS-Strahlung ausgesetzt waren, entwickelten mehr Lungentumore als die Tiere ohne Strahlung. 2015 wiederholte eine Arbeitsgruppe um Professor Alexander Lerchl an der Jacobs University Bremen diesen Versuch mit deutlich mehr Tieren – und fand dasselbe. Mehr Lungen- und Lebertumore und mehr Lymphdrüsenkrebs, und das schon

bei einer Strahlenstärke, die halb so hoch lag wie der Grenzwert für die Ganzkörperbelastung der Bevölkerung. Die Strahlung hat den Krebs dort nicht selbst ausgelöst. Sie hat aber dafür gesorgt, dass sich bereits angestoßene Tumore häufiger entwickelten. Fachleute nennen das Tumorpromotion.

Was heißt das für Sie?

Ärztinnen und Ärzte sehen seit Jahren Menschen, die unter Funkbelastung schlechter schlafen, Kopfschmerzen bekommen oder erschöpft sind – und denen es besser geht, wenn die Belastung sinkt. Die Tierstudien kommen spät, aber sie passen ins Bild. Ratten und Mäuse sind keine Menschen, und die Strahlung in den Versuchen war anders verteilt als beim Telefonieren. Wie groß Ihr persönliches Risiko ist, lässt sich daraus nicht ablesen. Die Studien bestätigen aber, was die Praxis zeigt: Mobilfunkstrahlung ist für den Körper nicht neutral. Sie ist prinzipiell nicht gesundheitsförderlich, sondern biologisch belastend. Die gute Nachricht: Sie können Ihre eigene Belastung mit wenigen Handgriffen deutlich senken.

Vorsorge im Alltag

- ✓ 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.
- ✓ Schreiben Sie eine Nachricht statt eines langen Telefonats, wo das gut passt.
- ✓ Dauernutzung von Funk konsequent vermeiden: Geräte nach Möglichkeit per Kabel betreiben (LAN statt WLAN), Funk nur bei Bedarf einschalten und sonst ausschalten.
- ✓ Schalten Sie das Handy nachts in den Flugmodus oder legen Sie es in einen anderen Raum. Das WLAN-Gerät lässt sich nachts ebenfalls ausschalten.
- ✓ Telefonieren Sie bei gutem Empfang. Wenige „Balken" bedeuten, dass das Handy mit höherer Leistung sendet.
- ✓ Tragen Sie das Handy nicht dauerhaft am Körper, etwa in der Hosentasche.
- ✓ Kinder reagieren empfindlicher als Erwachsene. Den Einstieg ins eigene Handy so spät wie möglich wählen, jedes Jahr zählt.

Was verändert sich bei Ihnen?

Manche Menschen spüren nach langem Telefonieren Kopfdruck, ein warmes Ohr oder Konzentrationsschwierigkeiten. Solche Signale sind wertvoll. Es lohnt sich, ein paar Wochen lang ein kurzes Symptomtagebuch zu führen: Wann und wie lange haben Sie telefoniert, wie haben Sie das Handy gehalten, und wie ging es Ihnen danach? So sehen Sie selbst, welche der kleinen Veränderungen oben Ihnen spürbar guttun. Wenn Beschwerden bleiben, sprechen Sie Ihre Ärztin oder Ihren Arzt darauf an.

→ Ärztinnen und Ärzte finden im nächsten Abschnitt die Einordnung der Befunde, den Beratungsablauf und Formulierungen für das Patientengespräch.

RAUM 2 — Ärzte & Therapeuten

Herztumor-Befund · Tumorpromotion · Beratung in der Praxis

Warum der Herztumor-Befund heute medizinisch nicht mehr ignoriert werden kann

Ärztinnen und Ärzte beobachten seit Langem Krankheitsbilder, die unter Funkbelastung entstehen oder sich verstärken; der Freiburger Appell hat das bereits 2002 dokumentiert [1]. Die Tierstudien liefern dazu nachträglich den biologischen Unterbau. Zwei unterschiedlich aufgebaute, unabhängig durchgeführte Langzeitstudien an derselben Rattenlinie fanden denselben seltenen Tumor am selben Organ: das maligne Schwannom des Herzens. Bei unbehandelten Ratten ist dieser Tumor extrem selten; in den Kontrollgruppen beider Studien trat er nicht auf. Das NTP stufte den Befund bei männlichen Ratten als „clear evidence of carcinogenic activity" ein – die höchste Kategorie seines Bewertungssystems [2, 3].

Hinzu kommen zwei deutsche Mausstudien, die bei UMTS-Exposition eine tumorfördernde Wirkung zeigten, in der Replikation bereits bei 0,04 W/kg Ganzkörper-SAR [4, 5]. Für die Praxis heißt das: Der Satz „Im Tierversuch gibt es keine Krebshinweise" ist nicht mehr haltbar. Offen ist allein das Ausmaß der Übertragung auf die menschliche Alltagsexposition – nicht, ob die biologische Wirkung existiert.

Chronologie der Tierbefunde

2010	Fraunhofer ITEM Hannover: Hinweise auf ko-karzinogene Wirkung lebenslanger UMTS-Exposition bei ENU-vorbehandelten Mäusen [4]
2015	Lerchl et al., Bremen: Replikation mit größeren Gruppen und zusätzlichen Expositionsstufen, Tumorpromotion ab 0,04 W/kg [5]
2018	NTP-Abschlussberichte („clear evidence" für Herz-Schwannome bei männlichen Ratten) und Ramazzini-Endergebnisse (Herz-Schwannome bei 50 V/m) [2, 3]
2020	NTP-Genotoxizitätsdaten publiziert: DNA-Strangbrüche in Hirngewebe und Leukozyten [6]
2024	IARC-Beratungsgruppe empfiehlt Hochfrequenzfelder mit hoher Priorität zur Neubewertung [7]

Welche Mechanismen könnten die Tumore erklären?

Mechanismen-Übersicht

Die Befunde weisen auf mehrere ineinandergreifende Wege hin: Schäden am Erbgut, die Förderung bereits angestoßener Tumore und frühe Zellwucherungen als Vorstufe. Übergeordnete Mechanismen wie oxidativer Stress und die Aktivierung spannungsabhängiger Calciumkanäle sind in eigenen Artikeln ausführlich dargestellt.

Schäden am Erbgut. Die NTP-Arbeitsgruppe fand im Comet-Assay nach 14 bzw. 19 Wochen Exposition mehr DNA-Strangbrüche im Frontalkortex männlicher Mäuse, in Leukozyten weiblicher Mäuse und im Hippocampus männlicher Ratten [6]. ○ Das passt zu einer genomischen Instabilität als möglicher Vorstufe der Krebsentstehung.

Tumorpromotion. In zwei Studien aus Hannover und Bremen wuchsen bei Mäusen, die vorgeburtlich eine krebsauslösende Substanz erhalten hatten, unter lebenslanger UMTS-Exposition (1,97 GHz) mehr Lungen- und Lebertumore, in der Replikation auch mehr Lymphome [4, 5]. ⊙ Die Strahlung wirkte hier als Verstärker eines bereits angestoßenen Prozesses.

Frühe Zellwucherungen. In beiden großen Rattenstudien fanden sich bei bestrahlten Tieren Hyperplasien der Schwann-Zellen bzw. Gliazellen, die bei den Kontrolltieren praktisch nicht auftraten [2, 3]. ⊙ Solche Wucherungen gelten als Vorstufe, aus der ein Tumor hervorgehen kann. Sie sprechen für einen echten biologischen Prozess und gegen einen Zufallsbefund.

Oxidativer Stress und Calciumkanäle. Beide Wege wurden in den Tierstudien selbst nicht gesondert untersucht. Sie liefern aber eine biophysikalische Erklärung dafür, warum auch nicht-thermische Feldstärken Zellreaktionen auslösen. Die vollständige Evidenz finden Sie in Artikel 2 (oxidativer Stress) und Artikel 10 (spannungsabhängige Calciumkanäle).

Welche Patientengruppen verdienen besondere Aufmerksamkeit?

In beiden Rattenstudien war der Herztumor-Befund bei männlichen Tieren deutlich stärker ausgeprägt als bei weiblichen; die Ursache ist ungeklärt [2, 3]. ⊙

Für die Praxis besonders relevant sind Menschen mit hoher Dauerbelastung: Techniker an Sendeanlagen, Vieltelefonierer mit einseitiger Handyhaltung, Menschen, die neben einem Mast wohnen – und Kinder, deren Gewebe sich noch entwickelt (Artikel 16). Patienten, die bereits auf Funkbelastung reagieren, bringen in der Regel eigene Beobachtungen mit. Sie verdienen eine offene Aufklärung auch über die Tierbefunde.

Wie sieht die Beratung konkret aus?

Ablauf der Beratung in der Praxis

1. Expositionsgeschichte erheben: Diensttelefon, Telefonierdauer, Headset, Abstand des Schlafplatzes zu Router, DECT-Basis und Sendemast.
2. Den Patienten fragen, wo er selbst am leichtesten reduzieren kann – und dort beginnen.
3. Die Nahfeldbelastung am Kopf zuerst senken, dann die Belastung im Schlafbereich.
4. Wo berufliche Exposition bleibt: Abschirmung nach dem Faraday-Prinzip besprechen (abschirmende Stoffe, Baumaterialien).
5. Bei hartnäckigen Kopfschmerzen oder neurologischen Beschwerden nach langjähriger intensiver Handynutzung am Kopf: erhöhte diagnostische Wachsamkeit.

6. 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

Formulierungsvorschläge für die Praxis

Eine Patientin hat in der Zeitung von der Rattenstudie gelesen und fragt, ob das stimmt.

„Ja, das stimmt. Zwei große Studien haben denselben seltenen Herztumor gefunden. Ich nehme das ernst."

Ein Außendienstler telefoniert täglich mehrere Stunden und fragt, ob er sich Sorgen machen muss.

„Mobilfunkstrahlung tut dem Körper nicht gut. Sie belastet ihn. Wo, glauben Sie, können Sie am leichtesten etwas ändern?"

Eine Mutter überlegt, ihrem zwölfjährigen Sohn ein Smartphone zu kaufen.

„Kinder reagieren empfindlicher als wir. Mein Rat: den Einstieg ins eigene Handy so spät wie möglich wählen, jedes Jahr zählt."

Ärztliches Fazit

Zwei unabhängige Lebenszeitstudien an Ratten zeigen übereinstimmend maligne Herz-Schwannome unter Mobilfunkexposition, begleitet von Hinweisen auf Gliome, DNA-Strangbrüche und – in zwei weiteren Mausstudien – einer tumorfördernden Wirkung unterhalb des Ganzkörper-Grenzwerts. Sie bestätigen, was Ärztinnen und Ärzte in der Praxis beobachten: Mobilfunkstrahlung ist nicht gesundheitsförderlich, sondern eine biologische Belastung. Ärztlich folgt daraus eine klare Empfehlung zur Expositionsreduktion, vorrangig am Kopf und im Schlafbereich, besonders für Kinder, Jugendliche und beruflich stark belastete Menschen. Ein Sicherheitsnachweis für dauerhafte Exposition liegt nicht vor.

→ *Studiendesigns, Einzelbefunde und die Einwände gegen beide Studien finden Sie im folgenden Abschnitt.*

RAUM 3 — Wissenschaft & Fachkreise

Studiendesign · Übereinstimmende Befunde · Einwände und Bewertung

Was weiß die Wissenschaft – und was bleibt offen?

Studien bilden die klinische Wirklichkeit nur ausschnitthaft und mit großer Verzögerung ab: ein Endpunkt, eine Frequenz, eine Expositionsdauer, meist ohne die Dauerbelastung aus vielen Quellen, der Menschen tatsächlich ausgesetzt sind. Die Tierdaten sind deshalb nicht der Maßstab dafür, ob Schädigungen existieren – sie stützen, was die ärztliche Praxis seit Jahren beschreibt. Kein Schadensnachweis wäre noch kein Sicherheitsnachweis. Hier liegt aber mehr vor: ein übereinstimmendes Tumorsignal in zwei großen Rattenstudien und eine replizierte tumorfördernde Wirkung bei Mäusen. Offen bleibt die quantitative Übertragung auf die lokale, intermittierende Exposition des Menschen.

Auch die Finanzierung prägt das Bild: Ausschließlich industriefinanzierte Studien berichten in der Mobilfunkforschung deutlich seltener signifikante Effekte [8]. Die beiden großen Lebenszeitstudien, die hier den Herztumor fanden, waren staatlich bzw. öffentlich und gemeinnützig finanziert. Ausführlich dazu Artikel 28.

Was fand die NTP-Studie?

Hsd:Sprague-Dawley-Ratten wurden ab dem 5. Trächtigkeitstag, B6C3F1/N-Mäuse ab dem 35. Lebenstag bis zu zwei Jahre lang in Reverberationskammern exponiert: GSM- oder CDMA-moduliert, 9 Stunden täglich in 10-Minuten-Intervallen über 18 Stunden, bei 900 MHz und 1,5, 3 oder 6 W/kg Ganzkörper-SAR (Ratten) bzw. 1.900 MHz und 2,5, 5 oder 10 W/kg (Mäuse) [2, 9, 6]. Finanziert wurde die Studie vollständig durch das National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS), eine US-Bundesbehörde.

Was fand die Ramazzini-Studie?

2.448 Sprague-Dawley-Ratten wurden vom pränatalen Leben bis zum natürlichen Tod 19 Stunden täglich einer 1,8-GHz-GSM-Fernfeldexposition von 5, 25 oder 50 V/m ausgesetzt, entsprechend der Umgebungsexposition durch eine Basisstation [3, 10]. Die höchste Feldstärke liegt unterhalb des ICNIRP-Referenzwerts für die Bevölkerung, der bei 1,8 GHz rund 58 V/m beträgt. Gefördert wurde die Studie durch das Ramazzini-Institut selbst, die Region Emilia-Romagna, die italienische Unfallversicherung INAIL, die britische Stiftung Children with Cancer UK und eine US-amerikanische gemeinnützige Organisation, die kritische Analysen und Dokumentationen zu Mobilfunk veröffentlicht [11]. Keine der beiden Studien ist industriefinanziert. Zur Frage, wie Finanzierungsquellen Studienergebnisse beeinflussen, siehe Artikel 28.

Welchen gemeinsamen Befund zeigen beide Studien beim Herz-Schwannom?

Beide Studien fanden bei männlichen Sprague-Dawley-Ratten eine erhöhte Inzidenz maligner Schwannome des Herzens – das NTP bei 900 MHz und 1,5–6 W/kg Ganzkörper-SAR, die Ramazzini-Studie bei 1,8 GHz und statistisch signifikant in der 50-V/m-Gruppe; in den Kontrollgruppen beider Studien trat dieser Tumor nicht auf [2, 3]. ⊙ Das NTP bewertete den Befund als „clear evidence of carcinogenic activity" [2]. Bemerkenswert ist die Übereinstimmung über eine sehr große Spanne der Exposition hinweg – von thermisch relevanter Ganzkörperbelastung bis weit in den nicht-thermischen Bereich.

Was zeigen die Studien zu Gliomen im Gehirn?

Das NTP fand bei männlichen Ratten mehr maligne Gliome und stufte dies als „some evidence" ein [2]. Die Ramazzini-Studie fand einen nicht signifikanten Anstieg von Gliomen bei weiblichen Ratten der Höchstdosisgruppe; die Autoren werten dies als vereinbar mit dem NTP-Befund [3]. ○

Was zeigten Tillmann 2010 und Lerchl 2015 zur Tumorpromotion bei Mäusen?

Tillmann et al. exponierten B6C3F1-Mäuse ab der embryo-fetalen Phase bis zu 24 Monate einem UMTS-Testsignal von 0, 4,8 oder 48 W/m². Die 4,8-W/m²-Gruppe erhielt zusätzlich pränatal Ethylnitrosoharnstoff (ENU, 40 mg/kg). Gegenüber der reinen ENU-Kontrolle war unter Ko-Exposition die Multiplizität der Lungenkarzinome erhöht und die Zahl metastasierender Lungentumoren verdoppelt [4]. Ohne ENU-Vorbehandlung zeigte die 48-W/m²-Gruppe in den Protokollorganen keine erhöhte Tumorinzidenz gegenüber Schein- und Käfigkontrolle [4]. ○

Dieser Nullbefund gilt nur für die alleinige Tumorinitiation durch das untersuchte UMTS-Signal in diesem Mausstamm. Er sagt nichts über die tumorfördernde Wirkung aus, die dieselbe Studie zeigt, und nichts über andere Frequenzen, Modulationen oder Endpunkte.

Lerchl et al. replizierten den Ansatz mit größeren Gruppen und vier Expositionsstufen (Schein, 0,04, 0,4 und 2 W/kg SAR). Lungen- und Lebertumore waren bei den exponierten Tieren signifikant häufiger als unter Scheinexposition, zusätzlich waren Lymphome signifikant erhöht. ⊙ Eine klare Dosis-Wirkungs-Beziehung fand sich nicht; die Autoren vermuten exponierungsbedingte Stoffwechselveränderungen als Ursache [5]. Die niedrigste wirksame Stufe von 0,04 W/kg liegt bei der Hälfte des Ganzkörper-Grenzwerts für die Bevölkerung (0,08 W/kg). Die Expositionstechnik stammte in beiden Studien aus derselben Wuppertaler Ingenieursgruppe; Tierhaltung, Behandlung und Auswertung erfolgten durch getrennte Arbeitsgruppen in Hannover und Bremen.

Welche DNA-Schäden fand die NTP-Studie?

Smith-Roe et al. werteten Zusatztiere der NTP-Studie nach 19 (Ratten) bzw. 14 Wochen (Mäuse) Exposition aus. Im Comet-Assay zeigten sich signifikant mehr DNA-Schäden im Frontalkortex männlicher Mäuse (GSM und CDMA), in Leukozyten weiblicher Mäuse (nur CDMA) und im Hippocampus männlicher Ratten (nur CDMA); in weiteren Geweben waren die Anstiege grenzwertig [6]. ○ Mikronukleierte Erythrozyten im peripheren Blut waren nach 14–19 Wochen weder bei Ratten noch bei Mäusen erhöht [6]. ○

Der Mikronukleus-Test erfasst Chromosomenschäden in sich teilenden Blutvorläuferzellen. Sein negatives Ergebnis betrifft nur diesen Endpunkt in diesem Gewebe und hebt die Strangbruch-Befunde im Hirngewebe nicht auf.

Welche frühen Gewebeveränderungen wurden beobachtet?

Beide Studien beschreiben Schwann-Zell- bzw. Gliazell-Hyperplasien bei exponierten Tieren, die in den Kontrollen praktisch fehlten. ⊙ Nach Melnick waren sie in der NTP-Studie bereits ab Woche 58 nachweisbar, deutlich vor den ersten malignen Tumoren ab Woche 70 [12]. Melnick führt dies als Argument gegen die These an, der Befund beruhe auf Unterschieden in der Überlebenszeit.

Welche Einwände werden erhoben?

Überlebenszeit. ICNIRP, ein privater eingetragener Verein (siehe Artikel 6), argumentierte, die kürzere Überlebenszeit männlicher NTP-Kontrollratten könne spät auftretende Tumore in der Kontrollgruppe unterrepräsentiert haben [13]. Melnick hält dagegen, der Überlebensunterschied sei in der entscheidenden Hochdosisgruppe nicht signifikant und die frühen Hyperplasien sprächen gegen diese Erklärung [12, 14]. Zu den dokumentierten Interessenkonflikten der ICNIRP siehe Artikel 26.

Temperaturkontrolle. Das Bundesamt für Strahlenschutz kritisiert, dass die Körpertemperatur während der Langzeitexposition nicht fortlaufend erfasst wurde, sodass ein thermischer Stressbeitrag nicht ausgeschlossen werden kann [15]. Der Einwand markiert einen Interpretationsspielraum; eigene Gegenevidenz liefert er nicht. Die Ramazzini-Studie mit Feldstärken weit im nicht-thermischen Bereich fand denselben Tumor.

Verblindung und multiples Testen. ICNIRP und BfS verweisen auf die anfangs nicht verblindete histopathologische Erstbeurteilung und die fehlende Korrektur für multiples Testen [13, 15]. Das relativiert einzelne Signifikanzwerte, nicht aber die Übereinstimmung zweier unabhängiger Studien im selben seltenen

Tumortyp.

Dosis-Wirkung und Übertragbarkeit. Die NTP-Studie arbeitete mit Ganzkörper-SAR bis 6 W/kg, die Ramazzini-Studie mit Feldstärken innerhalb geltender Referenzwerte; das erschwert eine klassische Dosis-Wirkungs-Betrachtung [16]. Beide Studien exponierten den ganzen Körper, während Menschen das Handy überwiegend lokal am Kopf nutzen. Eine Studie mit alltagsnäherer Kopfexposition, die diese Frage entscheidet, liegt nicht vor.

Für Tierversuche spielt die Erwartungshaltung als Erklärung keine Rolle; Ratten und Mäuse wissen nichts von Mobilfunk. Die Frage, wie Erwartungseffekte beim Menschen einzuordnen sind, behandelt Artikel 12. Die epidemiologischen Befunde zum Hirntumorrisiko beim Menschen (Interphone, Hardell, CERENAT) sind in Artikel 5 zusammengefasst.

Wie wird der Befund institutionell bewertet?

Das BfS hält die NTP-Befunde für methodisch eingeschränkt und nicht ausreichend, um die geltenden Grenzwerte infrage zu stellen [15]. ICNIRP sieht in beiden Studien keine tragfähige Grundlage für Schlüsse zur Karzinogenität [13]; Melnick, der das Design der NTP-Studie maßgeblich mitentwickelt hat, weist diese Bewertung als fehlerhafte Datenauswertung zurück [14]. Die IARC-Beratungsgruppe hat Hochfrequenzfelder 2024 mit hoher Priorität für eine Neubewertung der bisherigen Einstufung 2B („möglicherweise krebserregend") empfohlen und dabei auf neue Befunde bei Menschen und Versuchstieren verwiesen [7]. Die Einstufung von 2011 gilt damit angesichts der seither veröffentlichten Tierdaten als überprüfungsbedürftig.

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	Interdisziplinäre Gesellschaft für Umweltmedizin (IGUMED) (2002). Freiburger Appell. Ärzteappell zu gesundheitlichen Wirkungen von Mobilfunk, Bad Säckingen, 9. Oktober 2002.
2	National Toxicology Program (2018). 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. NTP TR 595. NIEHS, Research Triangle Park.
3	Falcioni, L. 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, 165, 496–503. PMID: 29530389
4	Tillmann, T., Ernst, H., Streckert, J., Zhou, Y., Taugner, F., Hansen, V., Dasenbrock, C. (2010). Indication of cocarcinogenic potential of chronic UMTS-modulated radiofrequency exposure in an ethylnitrosourea mouse model. International Journal of Radiation Biology, 86(7), 529–541. DOI: 10.3109/09553001003734501. PMID: 20545575

#	Quelle
5	Lerchl, A., Klose, M., Grote, K., Wilhelm, A. F. X., Spathmann, O., Fiedler, T., Streckert, J., Hansen, V., Clemens, M. (2015). Tumor promotion by exposure to radiofrequency electromagnetic fields below exposure limits for humans. Biochemical and Biophysical Research Communications, 459(4), 585–590. PMID: 25749340
6	Smith-Roe, S. L., Wyde, M. E., Stout, M. D., Winters, J. W., Hobbs, C. A., Shepard, K. G., Green, A. S., Kissling, G. E., Shockley, K. R., Tice, R. R., Bucher, J. R., Witt, K. L. (2020). Evaluation of the genotoxicity of cell phone radiofrequency radiation in male and female rats and mice following subchronic exposure. Environmental and Molecular Mutagenesis, 61(2), 276–290. DOI: 10.1002/em.22343. PMID: 31633839
7	IARC Advisory Group (2024). Report of the Advisory Group to Recommend Priorities for the IARC Monographs during 2025–2029. International Agency for Research on Cancer, Lyon.
8	Huss, A., Egger, M., Hug, K., Huwiler-Müntener, K., Röösli, M. (2007). Source of funding and results of studies of health effects of mobile phone use: systematic review of experimental studies. Environmental Health Perspectives, 115(1), 1–4.
9	National Toxicology Program (2018). 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 Modulations (GSM and CDMA) Used by Cell Phones. NTP TR 596. NIEHS, Research Triangle Park.
10	Soffritti, M., Giuliani, L. (2019). The carcinogenic potential of non-ionizing radiations: The cases of S-50 Hz MF and 1.8 GHz GSM radiofrequency radiation. Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology, 125(Suppl 3), 58–69. DOI: 10.1111/bcpt.13215. PMID: 30801980
11	Belpoggi, F. et al. (2018). Ramazzini Institute Animal Study on Base Station/Cell Tower Radiofrequency Radiation. Cesare Maltoni Cancer Research Center, Ramazzini Institute, Bologna.
12	Melnick, R. L. (2019). Commentary on the utility of the National Toxicology Program study on cell phone radiofrequency radiation data for assessing human health risks despite unfounded criticisms aimed at minimizing the findings of adverse health effects. Environmental Research, 168, 1–6.
13	International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (2020). ICNIRP Note: Critical evaluation of two radiofrequency electromagnetic field animal carcinogenicity studies published in 2018. Health Physics, 118(5), 525–532. DOI: 10.1097/HP.0000000000001137
14	Melnick, R. L. (2020). Regarding ICNIRP’s evaluation of the National Toxicology Program’s carcinogenicity studies on radiofrequency electromagnetic fields. Health Physics, 2020 (Kommentar zu ICNIRP 2020).
15	Bundesamt für Strahlenschutz (BfS). Langzeitstudie an Mäusen und Ratten bei Ganzkörperexposition mit Mobilfunk-strahlung (NTP-Studie). Fachinformation/Dossier, Salzgitter.
16	BERENIS – Beratende Expertengruppe nichtionisierende Strahlung (2018). Newsletter, Sonderausgabe November 2018: Vergleich der NTP- und der Ramazzini-Studie. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern.