

Zusammenfassung und Bewertung ausgewählter Studien

Im Zeitraum von Mitte Juli bis Mitte Oktober 2022 wurden 115 neue Publikationen identifiziert, von denen sechs von BERENIS vertieft diskutiert wurden. Drei davon wurden gemäss den Auswahlkriterien als besonders relevant und somit zur Bewertung ausgewählt und werden im Folgenden zusammengefasst.

1) Experimentelle Tier- und Zellstudien

Beeinflussung des Tumorsuppressors p53 durch niederfrequente Magnetfeld-Exposition (Martínez et al. 2022)

In dieser *in vitro*-Studie werden neue Beobachtungen vorgestellt, die auf einer bereits publizierten Studie basieren. Dieselbe Forschungsgruppe berichtete über Veränderungen von Signalkaskaden und der Zellproliferation durch niederfrequente Magnetfelder (100 μ T, 50 Hz) in menschlichen Hirntumorzellen (NB-69 Neuroblastoma-Zellen) ([siehe beispielsweise BERENIS-Newsletter Nr. 7](#)). In der neuen Studie von Martínez und Kollegen (2022) wurden NB-69-Zellen akut für 30 bis 120 Minuten exponiert und der Einfluss auf den Tumorsuppressor p53 untersucht. Das Protein p53 spielt eine zentrale Rolle in der zellulären Stressantwort und reguliert unter anderem Genaktivitäten, Reparatur von DNS-Schädigungen, kontrollierten Zelltod (Apoptose) und Zellproliferation. Nach 90-minütiger Exposition der Zellkulturen wurde ein vorübergehender Anstieg von p53-Proteinen beobachtet, was auch mit erhöhter Genexpression einherging. Nach zwei Stunden Befeldung war die Menge an p53 im Vergleich zu Kontrollzellen aber reduziert. Diese Zunahme war nicht auf die normal strukturierte Form von p53 zurückzuführen, sondern auf mehr ungefaltetes, nicht aktives p53-Protein im Zytoplasma sowie im Zellkern, wie es auch nach chemischem Stress auftritt. Der Anteil von Zellen mit normal strukturiertem p53 im Zytoplasma war reduziert. In Bezug auf die Regulation von Apoptose interagiert p53 im Zytoplasma mit dem anti-apoptotischen Protein Bcl-2. Die Autoren beobachteten hier, dass die Exposition, unabhängig von der Dauer, zu einer Zunahme beziehungsweise einem Anstieg des Anteils der Zellen mit nachweisbarem Bcl-2-Protein führte.

Die Studie von Martínez *et al.* (2022) wurde gut kontrolliert durchgeführt und liefert neue Erkenntnisse zum Ablauf und zu Konsequenzen von NF-MF-Exposition auf Zellen. Es bleibt aber zu untersuchen, ob es sich hierbei um einen allgemein gültigen Mechanismus handelt, der potentiell im Hinblick auf gesundheitliche Auswirkungen relevant ist, oder um eine Reaktion dieses spezifischen Zelltyps.

2) Epidemiologische Studien

Zeitliche Entwicklung der Mobiltelefonnutzung und Auftreten von Gehirntumoren bei Männern in den nordischen Ländern von 1979 bis 2016 (Deltour et al. 2022)

In der Studie von Deltour *et al.* (2022) wurde anhand von nationalen Krebsregisterdaten in Dänemark, Finnland, Norwegen und Schweden in einem ersten Schritt untersucht, wie viele Gehirntumorfälle (Gliome) zwischen 1979 und 2016 bei Männern im Alter von 40 bis 69 Jahren diagnostiziert wurden. Diese Gruppe wurde ausgewählt, da sie in den nordischen Ländern in den Anfangszeiten der Mobilfunknutzung die Hauptnutzergruppe darstellte und sich ein allfällig erhöhtes Hirntumorrisiko zuerst in dieser Altersgruppe manifestieren könnte. In einem weiteren Schritt wurde dann analysiert, inwieweit diese tatsächlich aufgetretenen Fallzahlen mit hypothetischen Berechnungen aus zuvor

veröffentlichten epidemiologischen Studien zu möglichen Gehirntumorrisiken durch Nutzung von Mobiltelefonen übereinstimmen. Die zum Vergleich herangezogenen hypothetischen Risikoberechnungen stammen aus verschiedenen Fallkontrollstudien, in welchen erhöhte Risiken beobachtet wurden (Coureau *et al.* 2014¹, Hardell & Carlberg 2015², Momoli *et al.* 2017³, Interphone Study Group 2010⁴). Hierbei zeigte sich, dass die tatsächlich beobachteten Fallzahlen in der betreffenden Bevölkerungsgruppe nicht mit den hypothetischen Berechnungen eines erhöhten Risikos vereinbar waren. Bei Männern im Alter von 40–59 Jahren galt diese Unvereinbarkeit für ein (hypothetisches) relatives Risiko von 1.08 oder höher mit 10 Jahren Latenzzeit, einem relativen Risiko von 1.2 oder höher mit 15 Jahren Latenzzeit, und einem relativen Risiko von 1.5 oder höher mit 20 Jahren Latenzzeit. Für die Altersgruppe von 60–69 Jahren galt dasselbe für relative Risiken von ≥ 1.4 , ≥ 2 und ≥ 2.5 für Latenzzeiten von 10, 15 und 20 Jahren. Die Autorinnen und Autoren schliessen daraus, dass erhöhte Risiken in den Größenordnungen, wie sie in den herangezogenen Fallkontrollstudien beobachtet wurden, nicht plausibel sind.

Die Studie deutet darauf hin, dass in den nordischen Ländern im Hinblick auf Gliome keine Veränderungen in den Fallzahlen aufgetreten sind, die mit einem substantiellen Risiko aufgrund von Mobiltelefon-Nutzung vereinbar wären. Auch wenn die Studie keine individuellen Expositionsdaten zur Verfügung hatte, ist unbestritten, dass sich ein Risiko durch die Mobilfunknutzung in einer Zunahme von Diagnosen äussern müsste, da es für Hirntumoren kaum andere Risikofaktoren gibt, die sich über die Zeit verändert haben und ein eventuelles Risiko kompensieren könnten. Ein umfassender Bericht mit Daten zu anderen Altersgruppen und Frauen ist beim Bundesamt für Strahlenschutz in Deutschland in Deutsch publiziert⁵.

Auf elektromagnetische Hypersensibilität zurückgeführte Gesundheitsbeschwerden im zeitlichen Verlauf – Ergebnisse aus einer niederländischen Kohortenstudie (Traini et al. 2022)

In der Studie von Traini *et al.* (2022) wurde untersucht, welche Faktoren eine Rolle dabei spielen, dass individuell bestehende Gesundheitsbeschwerden auf elektromagnetische Hypersensibilität (EHS) im Hinblick auf HF-EMF zurückgeführt werden, und wie sich diese Zuschreibung im zeitlichen Verlauf über 10 Jahre möglicherweise verändert. Dazu wurden 892 Teilnehmende einer Kohortenstudie in den Niederlanden an drei Zeitpunkten befragt, zunächst in den Jahren 2011/2012, dann nochmals 2013, und schliesslich 2021. Das Durchschnittsalter zu Beginn der Studie war 50 Jahre (52% Frauen), und erhoben wurden selbstberichtete Daten zu HF-EMF-Exposition, HF-EMF-Risiko, unspezifischen

¹ Coureau G, Bouvier G, Lebailly P, Fabbro-Peray P, Gruber A, Leffondre K, Guillamo JS, Loiseau H, Mathoulin-Pelissier S, Salamon R, Baldi I (2014): **Mobile phone use and brain tumours in the CERENAT case-control study.** *Occup. Environ. Med.* 71 (7), 514–522. <https://doi.org/10.1136/oemed-2013-101754>.

² Hardell L, Carlberg M (2015): **Mobile phone and cordless phone use and the risk for glioma - Analysis of pooled case-control studies in Sweden, 1997–2003 and 2007–2009.** *Pathophysiology* 22 (1), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.pathophys.2014.10.001>.

³ Momoli F, Siemiatycki J, McBride ML, Parent ME, Richardson L, Bedard D, Platt R, Vrijheid M, Cardis E, Krewski D (2017): **Probabilistic Multiple-Bias Modeling Applied to the Canadian Data From the Interphone Study of Mobile Phone Use and Risk of Glioma, Meningioma, Acoustic Neuroma, and Parotid Gland Tumors.** *Am. J. Epidemiol.* 186 (7), 885–893. <https://doi.org/10.1093/aje/kwx157>.

⁴ Interphone Study Group (2010): **Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case-control study.** *Int. J. Epidemiol.* 39 (3), 675–694. <https://doi.org/10.1093/ije/dyq079>.

⁵ Schüz J, Deltour I (2022): **Nutzung von Mobiltelefonen und Verlauf der Gliom-Inzidenz seit 1979 - Vorhaben 3618S00000.** Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) 2022, Ressortforschungsberichte zum Strahlenschutz, BfS-RESFOR-198/22: 1-70. <https://doris.bfs.de/jspui/handle/urn:nbn:de:0221-2022063033222>

Symptomen, Schlafproblemen, und selbstdeklarierte EHS. Zu jedem der drei Befragungszeitpunkte führten etwa 1% der Teilnehmenden gesundheitliche Beschwerden auf HF-EMF zurück. Während dieser Gesamtprozentsatz über den Studienzeitraum gleich blieb, verlief die EHS-Zuschreibung im Laufe der Zeit individuell deutlich dynamischer. So gaben nach 10 Jahren nur noch 5% der selbstdeklarierten EHS-Personen an, immer noch unter Beschwerden wegen EMF zu leiden. Bei der letzten Befragung im Jahr 2021 wurden die Studienteilnehmenden gefragt wie elektrosensibel sie sich auf einer Skala von 1-6 einschätzen. Von 892 Befragten gaben 12.1% einen Wert zwischen 4-6 an und wurden als EHS klassiert. Teilnehmende, welche ihre EMF-Exposition und das damit verbundene Risiko als hoch wahrnahmen, hatten eine grössere Wahrscheinlichkeit, sich als EHS zu deklarieren.

Die Befragung zeigt, dass die Art wie man nach EHS fragt einen grossen Einfluss auf die Häufigkeit hat. Eine Schwäche der Studie ist die geringe Anzahl Personen beim Start der Studie (9 Personen), welche Symptome HF-EMF zuschrieben. Zufällige Fehler könnten also das Resultat beeinflusst haben. Die Ergebnisse stehen in Einklang mit Daten aus der Schweiz⁶. Nach einem Jahr gaben von 96 selbstdeklarierten EHS-Personen nur noch 52 (54%) an, unter EMF zu leiden. Es scheint also, dass EHS nicht unbedingt eine stabile Zuschreibung ist, sondern sich im Laufe der Zeit häufig verändert, auch wenn der Gesamtanteil in der Bevölkerung recht konstant scheint. Gemäss den Autoren ist ein besseres Verständnis der Einflussfaktoren und der Dynamik bei der Zuschreibung von Symptomen gegenüber EMF hilfreich für zukünftige Risikokommunikation.

Weitere Hinweise

BERENIS-Literaturdatenbank mit Suchfunktion

Eine neue [Suchapplikation](#) ermöglicht es, die von BERENIS evaluierten und im Newsletter erschienenen Studien nach Themengebieten, Stichworten und weiteren Filterkriterien zu durchsuchen. Es handelt sich um eine erste Version der Applikation. Rückmeldungen oder Verbesserungsvorschläge können an das BERENIS-Sekretariat gerichtet werden.

Literaturangaben

Deltour I, Poulsen AH, Johansen C, Feychting M, Johannesen TB, Auvinen A, Schüz J (2022): **Time trends in mobile phone use and glioma incidence among males in the Nordic Countries, 1979-2016.** Environ Int. 2022 Aug 24;168:107487. doi: 10.1016/j.envint.2022.107487. Epub ahead of print. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36041243/>

Martínez MA, Úbeda A, Martínez-Botas J, Trillo MÁ (2022): **Field exposure to 50 Hz significantly affects wild-type and unfolded p53 expression in NB69 neuroblastoma cells.** Oncol Lett. 2022 Jul 5;24(3):295. doi: 10.3892/ol.2022.13415. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35949615/>

Traini E, Martens AL, Slottje P, Vermeulen RCH, Huss A (2022): **Time course of health complaints attributed to RF-EMF exposure and predictors of electromagnetic hypersensitivity over 10 years in a prospective cohort of Dutch adults.** Sci Total Environ. 2022 Oct 6:159240. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.159240. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36209879/>

⁶ Rössli M, Mohler E, Frei P (2010): **Sense and sensibility in the context of radiofrequency electromagnetic field exposure.** Comptes Rendus Physique 11: 9–10, p. 576-584. <https://doi.org/10.1016/j.crhy.2010.10.007>

Kontakt

Dr. Stefan Dongus
Sekretariat BERENIS
Schweizerisches Tropen- und Public Health-Institut
Department Epidemiology and Public Health
Environmental Exposures and Health Unit
Kreuzstrasse 2, 4123 Allschwil
Tel: +41 61 284 8111
E-Mail: stefan.dongus@swisstph.ch

Weitere Informationen:

[Beratende Expertengruppe nicht-ionisierende Strahlung \(BERENIS\)](#)

[Abkürzungsverzeichnis \(als pdf\)](#)