

Spotlight on EMF Research

Spotlight on “Reduced subjective sleep quality in people rating themselves as electro-hypersensitive” by Eicher et al. in Sleep Medicine (2024)

Kategorie [Hochfrequente Felder, experimentelle Humanstudie]

Spotlight - Spotlight - Dec/2024 no.1 (Deu)

Kompetenzzentrum Elektromagnetische Felder (KEMF)

1 Einordnung des Artikels in den Kontext durch das BfS

In Deutschland bezeichnet sich etwa 1 % der Bevölkerung als elektrohypersensibel (EHS). Sie führen verschiedene unspezifische Symptome wie Kopfschmerzen, Schlafstörungen, Schwindel oder Konzentrationsschwäche auf elektromagnetische Felder (EMF) im Alltag zurück. Ein ursächlicher Zusammenhang zwischen den Symptomen und einer EMF-Exposition ist wissenschaftlich nicht nachgewiesen. In experimentellen Humanstudien sind EHS-Personen weder in der Lage, EMF wahrzunehmen, noch entwickeln sie Symptome, wenn die Exposition in verblindeter Form erfolgt. Andererseits sind die Gesundheitsbeschwerden von EHS-Personen real und die Betroffenen leiden sehr darunter. Daher besteht die Notwendigkeit, die Art und den Ursprung der Symptome besser zu verstehen.

2 Resultate und Schlussfolgerungen aus der Perspektive der Autorenschaft

Die vorliegende Studie [1] untersucht den Zusammenhang zwischen selbstberichteter EHS, subjektiver Schlafqualität und genetischem Hintergrund, der zu Schlafstörungen beitragen könnte. Für eine Querschnittsstudie wurden 2017 und 2018 in der Schweiz 2040 Teilnehmer im Alter von 18 bis 30 Jahren rekrutiert. Mit Fragebögen wurden soziodemografische Daten, der Gesundheitszustand und die Nutzung von Mobiltelefonen mit und ohne Kopfhörer erhoben. Teilnehmer, die angaben, sich selbst als EHS zu betrachten oder Symptome auf EMF zurückzuführen, wurden der EHS/Attributoren-Gruppe zugeordnet, während die übrigen Teilnehmer der Nicht-EHS-Gruppe zugeordnet wurden. Die Schlafqualität [2], die Tagesschläfrigkeit [3] und die angeborene Tagespräferenz [4] wurden mit validierten Fragebögen bewertet.

Akute Auswirkungen von RF-EMF auf das Schlaf-EEG wurden in mehreren Laborstudien festgestellt. Diese Effekte waren durch interindividuelle Variabilität gekennzeichnet, zeigten aber eine gewisse intraindividuelle Stabilität [5], was auf einen möglichen Beitrag genetischer Faktoren hindeutet. Es gibt

Hypothesen, die eine Wirkung von HF-EMF auf spannungsabhängige Kalziumkanäle nahelegen [6]. Das Gen CACNA1C kodiert einen solchen Kanal und seine genetischen Varianten sind mit der Schlafqualität assoziiert [7]. Die Autoren stellten die Hypothese auf, dass es einen Zusammenhang zwischen diesem Gen und den Schlafproblemen von EHS-Personen geben könnte, und führten eine Analyse der allelischen Varianten von CACNA1C im Speichel der Studienteilnehmer durch. Unter allelischer Variante versteht man eine Variante eines Gens, bei der sich die DNA-Sequenz zwischen zwei oder mehr Varianten an einer bestimmten Position auf einem Chromosom unterscheidet.

Schichtarbeiter, Teilnehmer, die Schlafmittel oder illegale Drogen einnahmen, und Personen, bei denen die Bestimmung von allelischen Varianten fehlschlug, wurden ausgeschlossen. Von 1765 Teilnehmern, die in die Analyse einbezogen wurden, wurden vollständige Daten erhoben. Die Autoren verwendeten multiple Regressionen, um den Zusammenhang zwischen EHS-Status, Schlafqualität und dem CACNA1C Genotyp zu bestimmen. Alter, Geschlecht und HF-EMF Exposition (beschrieben durch die Dauer der Handytelefonate) waren als Kovariate vordefiniert. Die „Benjamini-Hochberg False Discovery Rate“-Methode wurde zur Korrektur von Mehrfachtests verwendet [8].

Die EHS- und die Nicht-EHS-Gruppe waren in Bezug auf Alter, Alkohol-, Nikotin- und Koffeinkonsum und Dauer der Handytelefonate ohne Kopfhörer ähnlich. Die EHS-Gruppe umfasste mehr Frauen, hatte einen etwas niedrigeren Body-Mass-Index, eine geringere Bildung und gab an, häufiger mit Kopfhörern zu telefonieren. Sie wiesen eine höhere Prävalenz von Schlafstörungen und Komorbiditäten (z. B. neurologische, psychiatrische oder internistische Erkrankungen) auf.

Die lineare Regressionsanalyse zeigt einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen EHS und einer längeren selbst geschätzten Latenzzeit beim Einschlafen, einer schlechteren subjektiven Schlafqualität, erhöhter Tagesschläfrigkeit und erhöhter geistiger Aktivität (z. B. sehr lebhaft Träume) während des Schlafs. Diese Ergebnisse änderten sich nicht, wenn Personen, die sich selbst als EHS betrachten, und Personen, die Symptome auf EMF zurückführen, in der statistischen Analyse zusammengefasst wurden oder wenn beide Gruppen getrennt untersucht wurden, mit Ausnahme der selbst geschätzten Schlaflatenz, die nur bei denjenigen, die Symptome auf EMF zurückführten, signifikant blieb. Die Exposition gegenüber HF-EMF, gemessen an der berichteten Dauer von Handygesprächen ohne Kopfhörer, war in den multiplen Regressionsanalysen nicht mit der Einschlafzeit und der subjektiven Schlafqualität assoziiert, aber sie war statistisch signifikant mit erhöhter geistiger Aktivität während des Schlafs, erhöhter Tagesschläfrigkeit und späterer Tageszeitpräferenz verbunden. In diese multiplen Regressionsmodelle ging neben der subjektiven berichteten Dauer von Handygesprächen ohne Kopfhörer, das Geschlecht, vorhandene Schlafstörungen und Bildung ein. Es bestand ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der dominanten Allel-Variante rs2302729 des CACNA1C-Gens und sowohl der selbstberichteten Empfindlichkeit gegenüber EMF als auch einer geringeren subjektiven Schlafqualität. Eine Mediationsanalyse ergab, dass der Zusammenhang zwischen EHS und schlechter Schlafqualität nicht durch die Allel-Variante rs2302729 vermittelt wurde.

Die Autoren weisen auf mehrere Einschränkungen der Studie hin. Die Studienpopulation bestand aus jungen Personen mit hohem Bildungsniveau, mit einem höheren Anteil an Frauen als an Männern, und ist nicht repräsentativ für die allgemeine Bevölkerung. Da das Ziel der Studie den potenziellen Teilnehmern bekannt war, ist eine Verzerrung bei der Beteiligung zu erwarten. Die Prävalenz von 7 % EHS in der Studienpopulation ist höher als in der Allgemeinbevölkerung [9], was diese Hypothese stützt.

Eicher et al. kommen zu dem Schluss, dass die Ergebnisse auf eine schlechtere Schlafqualität bei EHS-Personen hindeuten, unabhängig von der angegebenen EMF-Exposition durch Mobiltelefone. Das dominante Allel der CACNA1C-Variante rs2302729 war sowohl mit einer schlechteren Schlafqualität als auch mit einer selbst eingeschätzten EMF-Empfindlichkeit assoziiert. Die Autoren empfehlen kontrollierte Interventionsstudien mit standardisierter HF-EMF-Exposition und genetisch charakterisierten Personen, um die Rolle des CACNA1C-Gens bei den biologischen Auswirkungen von HF-EMF auf den Schlaf zu untersuchen.

3 Kommentare des BfS

Diese gut dokumentierte Beobachtungsstudie deutet auf eine komplexe Interaktion zwischen selbstberichteter elektromagnetischer Hypersensibilität, subjektiver Schlafqualität und genetischen Faktoren hin. Der große Datensatz umfasst eine hohe Anzahl von EHS-Personen, und die Ergebnisse deuten darauf hin, dass Betroffene mit größerer Wahrscheinlichkeit unter Schlafstörungen leiden als Nicht-Betroffene. Allerdings war die Selbstzuordnung zum EHS-Status auf der Grundlage eines einzigen Kriteriums relativ ungenau. Für eine präzisere Zuordnung zum EHS-Status wird von einigen Forschern eine zusätzliche Abfrage empfohlen, ob die Personen regelmäßig Symptome auf EMF zurückführen und eine Verringerung ihrer Funktionstüchtigkeit erfahren. [9].

In Übereinstimmung mit dem derzeitigen Kenntnisstand konnte kein Zusammenhang zwischen EHS und der Exposition mit HF-EMF von Mobiltelefonen nachgewiesen werden. In einer Querschnittsstudie ist es zudem auch nicht möglich, die Ursächlichkeit eines Zusammenhangs abzuschätzen. Kausalität setzt voraus, dass die Ursache der Wirkung zeitlich vorausgeht. In einer Querschnittsstudie werden alle Variablen jedoch gleichzeitig gemessen, wodurch es unmöglich ist, die Reihenfolge von Ursache und Wirkung eindeutig zu bestimmen.

Die Exposition gegenüber HF-EMF wurde mit Hilfe eines Fragebogens ermittelt, wobei die Zeit, die für Telefonate mit und ohne Kopfhörer aufgewendet wurde, geschätzt wurde. Es ist bekannt, dass eine solche Bestimmung und Schätzung einem Recall-Bias unterliegt und zu einer Unterschätzung der Anzahl der Anrufe und einer Überschätzung der Gesprächsdauer führt [10, 11]. Außerdem ist zu beachten, dass bei modernen Mobilfunknetzen (3G, 4G, 5G) Fragebogendaten zur Nutzungsdauer keine zuverlässigen Informationen über die tatsächliche Exposition von Personen gegenüber der physikalischen Einwirkung von HF-EMF liefern [12]. Zusätzlich zu den typischen Verzerrungen bei der Genauigkeit der Antworten auf Fragebogenerhebungen gibt es erhebliche nicht berücksichtigte Faktoren, die die Exposition beeinflussen, wie etwa die sehr effizienten Mechanismen zur Steuerung der abgestrahlten Leistung moderner Mobiltelefone. Daher muss die Tatsache, dass kein Zusammenhang beobachtet wurde, mit Vorsicht betrachtet werden, insbesondere wenn die Telefone in 3G-, 4G- oder 5G-Netzen betrieben wurden. Die potenziellen Mechanismen für die Aktivierung von Kationenkanälen durch HF-EMF, auf die sich die Autoren beziehen, um die Untersuchung möglicher Auswirkungen von HF-EMF auf den Schlaf oder Assoziationen mit allelischen Varianten einer spannungsgesteuerten Untereinheit eines Kalziumkanals zu rechtfertigen, gelten nicht für die Intensität und den Frequenzbereich, die beim Mobiltelefonieren verwendet werden, und sind wissenschaftlich nicht belegt [13].

Aus Sicht des Strahlenschutzes gibt es derzeit nicht genügend Hinweise, um weitere Untersuchungen über eine mögliche Rolle von Genen, die spannungsgesteuerte Ionenkanäle kodieren, als Mechanismus für eine mögliche individuelle Empfindlichkeit gegenüber HF-EMF-Exposition zu rechtfertigen. Der Nachweis, dass EHS-Personen schlechter schlafen, ist ein wichtiges Ergebnis und verdient weitere Aufmerksamkeit, einschließlich der Untersuchung von genetischen Faktoren, die an Schlafstörungen beteiligt sind, und weiterer Symptome, die von Personen, die sich als EHS betrachten, berichtet werden, unabhängig von einer tatsächlichen HF-EMF-Exposition.

Referenzen

- [1] Eicher C, Marty B, Achermann P, Huber R, Landolt HP. Reduced subjective sleep quality in people rating themselves as electro-hypersensitive: An observational study. *Sleep Med.* 2024;113:165-171. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2023.11.029>
- [2] Buysse DJ, Reynolds CF 3rd, Monk TH, Berman SR, Kupfer DJ. The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Res.* 1989;28(2):193-213. [https://doi.org/10.1016/0165-1781\(89\)90047-4](https://doi.org/10.1016/0165-1781(89)90047-4)
- [3] Johns MW. A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth sleepiness scale. *Sleep.* 1991;14(6):540-545. <https://doi.org/10.1093/sleep/14.6.540>
- [4] Roenneberg T, Wirz-Justice A, Meroow M. Life between clocks: daily temporal patterns of human chronotypes. *J Biol Rhythms.* 2003;18(1):80-90. <https://doi.org/10.1177/0748730402239679>
- [5] Loughran SP, McKenzie RJ, Jackson ML, Howard ME, Croft RJ. Individual differences in the effects of mobile phone exposure on human sleep: rethinking the problem. *Bioelectromagnetics.* 2012;33(1):86-93. <https://doi.org/10.1002/bem.20691>
- [6] Panagopoulos DJ, Karabarbounis A, Margaritis LH. Mechanism for action of electromagnetic fields on cells. *Biochem Biophys Res Commun.* 2002;298(1):95-102. [https://doi.org/10.1016/s0006-291x\(02\)02393-8](https://doi.org/10.1016/s0006-291x(02)02393-8)
- [7] Parsons MJ, Lester KJ, Barclay NL, Nolan PM, Eley TC, Gregory AM. Replication of Genome-Wide Association Studies (GWAS) loci for sleep in the British G1219 cohort. *Am J Med Genet B Neuropsychiatr Genet.* 2013;162B(5):431-438. <https://doi.org/10.1002/ajmg.b.32106>
- [8] Benjamini Y, Hochberg Y. Controlling the False Discovery rate: a practical and powerful approach to multiple testing. *J R Stat Soc Ser B* 1995;57:289–300
- [9] R. Szemerszky R, Dömötör S, Köteles F. One single question is not sufficient to identify individuals with electromagnetic hypersensitivity. *Clin Psychol Europe* 2019;1 (4) :e35668. <https://doi.org/10.32872/cpe.v1i4.35668>
- [10] Schreier N, Huss A, Rössli M. The prevalence of symptoms attributed to electromagnetic field exposure: a cross-sectional representative survey in Switzerland. *Soz Präventivmed.* 2006;51(4):202-209. <https://doi.org/10.1007/s00038-006-5061-2>
- [11] Vrijheid M, Armstrong BK, Bédard D, et al. Recall bias in the assessment of exposure to mobile phones. *J Expo Sci Environ Epidemiol.* 2009;19(4):369-381. <https://doi.org/10.1038/jes.2008.27>
- [12] Calderón C, Castaño-Vinyals G, Maslanyj M, et al. Estimation of RF and ELF dose by anatomical location in the brain from wireless phones in the MOBI-Kids study. *Environ Int.* 2022;163:107189. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107189>
- [13] Wood, A, Karipidis K. Radiofrequency fields and calcium movements into and out of cells.” *Radiation Research* 2021; 195(1): 101-113. <https://doi.org/10.1667/RADE-20-00101.1>



Bundesamt
für Strahlenschutz

Impressum

Bundesamt für Strahlenschutz
Postfach 10 01 49
38201 Salzgitter

Tel.: +49 30 18333-0

Fax: +49 30 18333-1885

E-Mail: spotlight@bfs.de

De-Mail: epost@bfs.de-mail.de

www.bfs.de

Bitte beziehen Sie sich beim Zitieren dieses Dokumentes immer auf folgende URN:
[urn:nbn:de:0221-2024120949049](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0221-2024120949049)

Spotlight - Dec/2024 no.1