

Spotlight on EMF Research

Spotlight on “Effect of WiFi signal exposure in utero and early life on neurodevelopment and behaviors of rats” by Wu et al. in Environmental Science and Pollution Research International (2023)

Kategorie [Hochfrequente Felder, experimentelle Tierstudie]

Spotlight - Mai/2024 no.4 (Deu)

Kompetenzzentrum Elektromagnetische Felder (KEMF)

1 Einordnung des Artikels in den Kontext durch das BfS

Gesundheitliche Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder (HF-EMF) sind im Allgemeinen gut untersucht. Die meisten Ergebnisse beziehen sich jedoch auf die Wirkung von HF-EMF des Mobilfunks auf erwachsene Menschen oder Tiere. Die Anzahl von Studien, in denen die Wirkungen von HF-EMF, in diesem Fall Wi-Fi (Wireless Fidelity, entspricht WLAN, Wireless Local Area Network), auf sich entwickelnde Organismen untersucht wurden, ist deutlich geringer. Bisher vorliegende Ergebnisse zeigen keine negativen Wirkungen. Im Zusammenhang mit der Einführung von WLAN in Schulen wird ein mögliches Risiko für Kinder zunehmend diskutiert. Die vorliegende Studie [1] hat Wirkungen einer HF-EMF-Exposition während der Trächtigkeit und der postnatalen Entwicklung auf das Verhalten und die Entwicklung des Nervensystems bei jungen Ratten untersucht.

2 Resultate und Schlussfolgerungen aus der Perspektive der Autoren

Für diesen Versuch wurden zwölf Ratten vom Beginn der Trächtigkeit und deren Jungtiere von Geburt an bis zu einem Alter von 42 Tagen durchgehend gegenüber HF-EMF exponiert, weil das sich entwickelnde Nervensystem in diesem Zeitraum besonders empfindlich ist. Dies geschah mit einem 30 cm von den Käfigen entfernten Router für kabellose Datenübertragung (laut Autoren: Frequenz: 2.45 GHz, elektrische Feldstärke 2.1 V/m). Die zwölf trächtigen Ratten und deren Jungtiere in der Kontrollgruppe wurden mit einem ausgeschalteten Gerät scheinexponiert. Untersucht wurden das Wachstum (anhand des Gewichts), die neuronale Entwicklung (Fähigkeit zu schwimmen und sich nach oben auszurichten, sowie die Schmerzschwelle), stereotype Verhaltensweisen (Putzen), motorische Aktivität (Open Field Test) und räumliche Orientierung (Morris Water Maze). Weiterhin wurde das Gewebe des Gehirns, insbesondere des Hippocampus (eine Hirnregion die für Gedächtnis und räumliche Orientierung wichtig ist) mikroskopisch

untersucht sowie Expression und Aktivität neuronaler Wachstumsmarker, Marker des programmierten Zelltods (Apoptose) und Marker für oxidativen Stress bestimmt.

Bei weiblichen Jungtieren wurden keine Unterschiede zwischen exponierten und nicht exponierten Tieren festgestellt. Exponierte männliche Jungtiere waren hingegen schwerer als nicht exponierte. Sie legten im Open Field Test bei unveränderter Geschwindigkeit eine längere Strecke zurück und lernten schneller, sich im Morris Water Maze zu orientieren als nicht exponierte Jungtiere. Die Proteine CREB (cAMP Responsive Element Binding Protein, ein Transkriptionsfaktor) und BDNF (Brain Derived Neurotrophic Factor) spielen bei neuronalen Vorgängen, beim Lernen und für das Gedächtnis eine zentrale Rolle. Die Expression beider Proteine war bei exponierten männlichen Jungtieren erhöht. Die Analyse des Hirngewebes zeigte hingegen keine Unterschiede in der Morphologie des Hippocampus und keine Anzeichen von Neurodegeneration in den exponierten Tieren. Die Analyse von Markern der Apoptose und Markern für oxidativen Stress zeigte keine Unterschiede zwischen exponierten Tieren und der Kontrollgruppe.

Die Autoren schlussfolgern, dass prä- und postnatale HF-EMF-Exposition keinen Einfluss auf die Neuronen im Hippocampus, das oxidative Gleichgewicht im Gehirn und die neuronale und emotionale Entwicklung von jungen Ratten hat. Einige Auswirkungen der HF-EMF-Exposition waren geschlechtsabhängig: erhöhtes Körpergewicht, verbessertes räumliches Gedächtnis und Lernfunktion sowie induzierte Verhaltenshyperaktivität bei jungen männlichen Ratten.

3 Kommentare des BfS

Die Frage, ob eine dauerhafte Exposition gegenüber HF-EMF von WLAN-Geräten das sich entwickelnde Nervensystem beeinträchtigt, ist aus Strahlenschutzsicht relevant. Die Autoren haben diese Frage unter mehreren Gesichtspunkten und unter Verwendung unterschiedlicher Methoden (Verhaltenstests, histologische Tests, biochemische Analysen) untersucht.

Methodische Mängel und eine unzureichende Dokumentation, die eine unabhängige Reproduktion der Ergebnisse unmöglich macht, schränken die Aussagekraft der Studie stark ein. Die Angaben zur Expositionserzeugung und -bestimmung sind beispielsweise widersprüchlich und unzureichend. Laut den Autoren kam ein Wi-Fi-Gerät als HF-EMF-Quelle zum Einsatz, der im Manuskript angegebene IEEE 802.16e-Standard ist damit jedoch nicht vereinbar (Wi-Fi ist ein Marketingbegriff für Geräte, die dem Standard IEEE 802.11 entsprechen). Es bleibt zudem unklar, ob und auf welche Weise eine kontrollierte konstante Emission von HF-EMF sichergestellt wurde und wie die angegebenen Feldstärken ermittelt worden sind. Bei kommerziell erhältlichen Endgeräten werden typischerweise vordefinierte Datentransfers erzwungen oder Softwareänderungen vorgenommen, um eine definierte Exposition sicherzustellen. Hinweise auf ein solches Vorgehen liefert der Artikel jedoch nicht. Bei der angegebenen mittleren elektrischen Feldstärke von 2.1 V/m ist unklar, ob es sich hierbei um eine zeitliche oder örtliche Mittelung der Feldstärke handelt und welchem Frequenzbereich dieser Wert zuzuordnen ist, weil weder das verwendete Messgerät, noch die Vorgehensweise bei der Messung beschrieben sind. Da keine für die Kontrolltiere analog ermittelte Hintergrundfeldstärke angegeben worden ist, kann ein ungenügender Expositionscontrast zwischen den exponierten und nicht exponierten Tieren nicht vollständig ausgeschlossen werden. Für die zuverlässige Erzeugung der Exposition und Bestimmung der für biologische Prozesse relevanten körperinternen Expositionsmetrik SAR der Tiere und insbesondere des Gehirns wären eine gut definierte Expositionsanlage und die Berechnung der SAR-Werte im anatomischen Modell notwendig. Da der Artikel keine Hinweise auf ein verblindetes und randomisiertes Versuchsdesign liefert, kann eine Verzerrung der Ergebnisse nicht ausgeschlossen werden.

Es wurde die Bonferroni-Korrektur für multiples Testen angewendet und dadurch die Wahrscheinlichkeit falsch positiver Ergebnisse reduziert.

Die Befunde bei den exponierten männlichen Jungtieren sind in sich konsistent: größere Tiere legten eine längere Strecke zurück, sie lernten besser und gleichzeitig war die Expression der dafür benötigten Proteine

im Gehirn erhöht. Die Frage, warum die beobachteten Unterschiede unter einer HF-EMF Exposition geschlechtsspezifisch waren, bleibt offen.

Es wurden jeweils 12 trächtige Ratten pro Gruppe untersucht. Jungtiere exponierter Mütter wurden weiter exponiert; Jungtiere nicht exponierter Mütter dienten als Kontrolltiere. Es ist nicht angegeben, ob die Zahl der Jungtiere pro Wurf auf eine bestimmte einheitliche Zahl reduziert wurde. Eine hohe Zahl von Jungtieren pro Wurf kann sich negativ auf das Gewicht und die Entwicklung der Tiere auswirken [2]. Für die Verhaltenstests wurden jeweils 8 Tiere, für histologische Untersuchungen jeweils 6 Tiere verwendet. Diese Anzahl ist für eine belastbare statistische Auswertung zu gering. Darüber hinaus ist unklar, nach welchen Kriterien die Tiere für die Tests ausgewählt wurden, z.B. ob Tiere aus unterschiedlichen Würfen stammten, um unabhängige Ergebnisse zu erzielen.

Die verwendeten Marker des oxidativen Stresses (Malondialdehyd und Superoxid-Dismutase Aktivität) sind für In-vivo-Untersuchungen wenig aussagekräftig [3].

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie stimmen mit dem aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand überein, dass Expositionen unterhalb der internationalen Richtwerte keine gesundheitlich nachteiligen Einflüsse (u.a. auf das sich entwickelnde Nervensystem) zu erwarten sind. Es zeigten sich überwiegend keine Wirkungen und die wenigen Effekte bei den männlichen Tieren bedeuten keine Beeinträchtigung. Dies ist im Einklang mit älteren Studien, die ebenfalls keine negativen Wirkungen einer WLAN-Exposition auf juvenile Nagetiere fanden [4,5]. Allerdings sind die Ergebnisse der Studie aufgrund der beschriebenen methodischen Mängel wenig aussagekräftig und belastbar.

Referenzen

- [1] Wu H, Min D, et al. Effect of Wi-Fi signal exposure in utero and early life on neurodevelopment and behaviors of rats. *Environ Sci Pollut Res Int*, 2023 30(42): 95892-95900. doi: 10.1007/s11356-023-29159-4
- [2] Romero A, Villamayor F, Grau MT, Sacristán A, Ortiz JA. Relationship between fetal weight and litter size in rats: application to reproductive toxicology studies. *Reprod Toxicol*. 1992;6(5):453-456. doi:10.1016/0890-6238(92)90009-i
- [3] Henschenmacher B, Bitsch A et al. The effect of radiofrequency electromagnetic fields (rf-emf) on biomarkers of oxidative stress in vivo and in vitro: A protocol for a systematic review. *Environ Internat*, 2022. 158: 106932. doi: 10.1016/j.envint.2021.106932
- [4] Aït-Aïssa S, Billaudel B et al. In situ detection of gliosis and apoptosis in the brains of young rats exposed in utero to a Wi-Fi signal. *Comptes Rendus Physique*, 2010. 11: 592 - 601. doi: 10.1016/j.crhy.2010.10.005
- [5] Ait-Aïssa S, de Gannes FP et al. In situ expression of heat-shock proteins and 3-nitrotyrosine in brains of young rats exposed to a WiFi signal in utero and in early life. *Radiat Res*, 2013. 179: 707-716. doi: 10.1667/RR2995.1



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:0221-2024053044083

Spotlight - Mai/2024 no.4 (Deu)