



Bundesamt  
für Strahlenschutz

### **Spotlight on EMF Research**

**Spotlight on “Exposure perception and symptom reporting in idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields using a co-designed provocation test” by Ledent et al. in Bioelectromagnetics (2025)**

**Kategorie [Frequenz- bzw. themenübergreifend, Experimentelle Humanstudie]**

Spotlight - Oct/2025 no.2 (Deu)

Kompetenzzentrum Elektromagnetische Felder (KEMF)

# 1 Einordnung des Artikels in den Kontext durch das BfS

Idiopathische Umweltintoleranz, die auf elektromagnetische Felder zurückgeführt wird (IEI-EMF), auch Elektrosensibilität oder Elektrohypersensibilität (EHS) genannt, ist ein Zustand, bei dem die Betroffenen verschiedene unspezifische Symptome wie Kopfschmerzen, Schlafstörungen, Müdigkeit oder Konzentrationsschwierigkeiten auf das Vorhandensein elektromagnetischer Felder (EMF) in ihrer Umgebung zurückführen. Die verfügbaren Erkenntnisse aus doppelt verblindeten Provokationsstudien deuten durchgehend darauf hin, dass Personen, die sich selbst als elektrosensibel bezeichnen, nicht in der Lage sind, eine vorliegende Exposition gegenüber EMF wahrzunehmen, und dass ihre Symptome nicht durch eine EMF-Exposition ausgelöst werden [2]. Die IEI-EMF-Population ist jedoch heterogen, was die Reaktionen auf verschiedene Arten der Exposition, die wahrgenommenen Symptome und den zeitlichen Verlauf der Reaktion betrifft. Daher wurden qualitativ hochwertige Studien auf individueller Ebene vorgeschlagen [3].

## 2 Resultate und Schlussfolgerungen aus der Perspektive von Ledent et al.

Das Studienprotokoll für diese doppelblinde, randomisierte, experimentelle Laborstudie [1] wurde in Zusammenarbeit mit IEI-EMF-Betroffenen in mehreren Sitzungen und Workshops entwickelt (mitgestaltetes Protokoll [4]). Die Teilnehmer wurden in einer offenen Provokationssitzung an die Studienbedingungen gewöhnt, das heißt sie kannten ihren Expositionsstatus. Es wurden Maßnahmen ergriffen, um Angst und Unbehagen zu reduzieren. Um die Belastung zu verringern, wurden die Dauer der Exposition und die Anzahl der Sitzungen auf jeden einzelnen Teilnehmer zugeschnitten. Jeder Teilnehmer nahm entweder an drei oder zwölf Sitzungen teil, die jeweils vordefinierten Expositionsreihenfolgen zugeordnet waren, in denen sich tatsächliche Exposition und Scheinexpositionen abwechselten. Die Sitzungsdauer betrug entweder 40 Minuten pro Sitzung oder nur wenige Minuten bis hin zu Sekunden bei sehr empfindlichen Personen. Die ersten drei Sitzungen wurden für Vergleiche zwischen den Teilnehmern (auf kollektiver Ebene) und alle zwölf Sitzungen für Vergleiche innerhalb der Teilnehmer (auf individueller Ebene) verwendet. Vor und nach jeder Sitzung (Scheinexposition oder tatsächliche Exposition) gaben die Teilnehmer ihre wahrgenommenen Symptome an. Nach jeder Sitzung berichteten sie über ihre Sicherheit, exponiert worden zu sein, was als ein Expositionssicherheitsniveau dargestellt wurde, das von -10 (völlige Sicherheit, nicht exponiert worden zu sein) bis +10 (völlige Sicherheit, exponiert worden zu sein) reichte.

Die Exposition bestand aus einer Mischung realer Expositionen, einschließlich HF-EMF von verschiedenen Mobilfunkstandards (LTE, UMTS), Wi-Fi und DECT sowie einer 50-Hz-Magnetfeldexposition. Die Exposition wurde während des Experiments kontinuierlich überwacht.

An der Studie nahmen 47 Personen teil, von denen 27 nach der Gewöhnungssitzung in der Studie blieben. Mithilfe eines Fragebogens wurden sie in drei Untergruppen eingeteilt: IEI-EMF++ mit einer hohen Empfindlichkeit, IEI-EMF+ mit einer niedrigeren Empfindlichkeit (Empfindlichkeitswert erhoben durch Fragebogen [5]) und IEI-EMF?, die ihre Empfindlichkeit gegenüber EMF anzweifeln, das heißt sie waren sich nicht sicher, ob sie IEI-EMF sind oder nicht.

Ledent et al. testeten die folgenden Hypothesen:

1. Die Expositionswahrnehmung ist konsistent mit dem Expositionsstatus (auf kollektiver und individueller Ebene).
2. IEI-EMF-Personen berichten mehr Symptome nach echter Exposition im Vergleich zu Scheinexposition (auf kollektiver und individueller Ebene).
3. Die berichteten Symptome hängen von der Überzeugung, exponiert zu sein, ab (auf kollektiver und individueller Ebene).
4. Die Verwendung verfeinerter Kriterien [5] zur Definition von IEI-EMF-Personen führt zu einer verbesserten Leistung auf Untergruppenebene.

## 5. Das gemeinsam entworfene Protokoll ist für IEI-EMF-Betroffene akzeptabel.

Auf kollektiver Ebene wurde kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen tatsächlichem Expositionsstatus (real und scheinbar) und der subjektiven Überzeugung, exponiert zu sein, oder berichteten Symptomen beobachtet. Die Ergebnisse waren in der Untergruppe IEI-EMF++ ähnlich.

Auf individueller Ebene konnte keiner der 16 Freiwilligen, die alle 12 Sitzungen absolvierten, korrekt zwischen tatsächlicher Exposition und Scheinexposition unterscheiden. IEI-EMF++-Probanden zeigten dabei keine bessere Fähigkeit, zwischen echten und unechten Expositionen zu unterscheiden. Überraschenderweise zeigten drei Probanden statistisch signifikante Ergebnisse in ihrer Sicherheit, exponiert worden zu sein, aber in die entgegengesetzte Richtung als erwartet: sie waren sicherer, während der Schein-Expositionssitzungen exponiert zu sein. Eine Person konnte die tatsächliche Exposition überwiegend korrekt zuordnen, erreichte aber nicht die statistische Signifikanz. Es gab keinen Unterschied in der Zunahme der berichteten Symptome nach der Sitzung zwischen tatsächlicher Exposition und Scheinexposition.

Bei allen Personen war „die Überzeugung, exponiert zu sein,“ positiv mit der Zunahme der berichteten Symptome nach der Sitzung korreliert. Bei acht von 16 Probanden war die Korrelation statistisch signifikant. Insgesamt zeigten nur 20 % der Sitzungen keinen Zusammenhang zwischen der Expositionswahrnehmung und den Symptomen. Auf der kollektiven Ebene gab es ebenfalls eine statistisch signifikante positive Korrelation zwischen „der Überzeugung, exponiert zu sein,“ und den berichteten Symptomen sowohl in der kombinierten IEI-EMF+/IEI-EMF++-Gruppe als auch in der IEI-EMF++-Untergruppe.

Die Teilnehmer äußerten ein unterschiedliches Maß an Akzeptierbarkeit des Studienprotokolls. Insbesondere diejenigen, die als IEI-EMF++ eingestuft wurden, waren enttäuscht, dass die Ergebnisse ihre Annahme eines Zusammenhangs zwischen tatsächlicher Exposition und Symptomen nicht stützten. Trotz der negativen Ergebnisse dieser Studie stellten die Teilnehmer die Zuordnung ihrer Symptome zur EMF-Exposition nicht in Frage.

Ledent et al. kommen zu dem Schluss, dass sie keine Hinweise für einen Zusammenhang zwischen der tatsächlichen Exposition und den Symptomen oder der Expositionswahrnehmung gefunden haben. Im Gegensatz dazu wurde ein starker Zusammenhang zwischen der subjektiven Überzeugung, exponiert zu sein, und den Symptomen festgestellt. Die Beschränkung der Analysen auf die empfindlichste Untergruppe änderte nichts an den Ergebnissen. Die Autoren verweisen allerdings auch auf die geringe Zahl der Teilnehmer und die große Variabilität der individuellen Sensitivität, die die Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse begrenzen. Die Akzeptierbarkeit des Protokolls war nur teilweise gegeben. Daher konnte nur Hypothese 3 bestätigt werden.

## 3 Kommentare des BfS

Diese hypothesengeleitete Studie [1] folgte den jüngsten Empfehlungen [3], Studien auf individueller Ebene durchzuführen. Mehrere Verbesserungen des Studienprotokolls [4] wurden unter Einbeziehung von IEI-EMF-Personen vorgenommen, um den Bedürfnissen der IEI-EMF-Betroffenen besser gerecht zu werden, was jedoch auch einige Einschränkungen mit sich brachte. Der Versuch, die realen Expositionsbedingungen zu reproduzieren, wurde im Einvernehmen mit IEI-EMF-Betroffenen in einem gemeinsam entworfenen Studienprotokoll definiert. Dies führte zu einer Mischung von Frequenzen und Expositionsintensitäten, was eine umfassende dosimetrische Bewertung praktisch unmöglich machte. Die Exposition wurde jedoch während der Experimente überwacht, und es wurde ein ausreichender Expositionskontrast dokumentiert. Darüber hinaus war die Zahl der Teilnehmer recht gering und die individuelle Variabilität zwischen den Teilnehmenden hoch. Es muss davon ausgegangen werden, dass die untersuchte Stichprobe für die IEI-EMF-Population nicht repräsentativ war. Es war nicht möglich, eine Untergruppe hochempfindlicher IEI-EMF-Personen durch die Verwendung verbesserter Fragebögen [5] zu identifizieren (Hypothese 4). Es besteht immer noch Bedarf an einer verbesserten Identifizierung von IEI-EMF-Personen mit objektiven Methoden, z. B. biologischen Markern, aber solche Marker wurden bisher nicht entdeckt [6].

Die Ergebnisse bestätigen den aktuellen Wissensstand [2] und deuten darauf hin, dass weder die berichteten Symptome noch die subjektiv wahrgenommene EMF-Exposition mit der tatsächlichen Exposition zusammenhängen. Allerdings scheint es eine starke Beziehung zwischen der Überzeugung, exponiert zu sein, und den berichteten Symptomen zu geben. Dies unterstützt die Hypothese, dass zumindest für kurzfristige Effekte ein Nocebo-Effekt beteiligt ist.

## Referenzen

- [1] Ledent, M, Bordarie, J, Vatoz, B, Dieudonne, M, Prignot, N, Vanderstraeten, J, Bouland, C, De Clercq, EM. Exposure perception and symptom reporting in idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields using a co-designed provocation test. *Bioelectromagnetics*. 2025; 46(3):e70006. DOI: <https://doi.org/10.1002/bem.70006>.
- [2] Bosch-Capblanch, X, Esu, E, Oringanje, CM, Dongus, S, Jalilian, H, Eysers, J, Auer, C, Meremikwu, M, Roosli, M. The effects of radiofrequency electromagnetic fields exposure on human self-reported symptoms: A systematic review of human experimental studies. *Environment International*. 2024; 187:108612. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2024.108612>.
- [3] Schmiedchen, K, Driessen, S, Oftedal, G. Methodological limitations in experimental studies on symptom development in individuals with idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF) – a systematic review. *Environmental Health*. 2019; 18(1):88. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12940-019-0519-x>.
- [4] Ledent, M, Vatoz, B, Pirard, W, Bordarie, J, Prignot, N, Oftedal, G, Geuzaine, C, Beauvois, V, Bouland, C, Verschaeve, L, Dieudonné, M. Co-designed exposure protocol in the study of idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields. *Bioelectromagnetics*. 2020; 41(6):425–437. DOI: <https://doi.org/10.1002/bem.22281>.
- [5] Szemerszky, R, Dömötör, Z, Köteles, F. One single question is not sufficient to identify individuals with electromagnetic hypersensitivity. *Clinical Psychology in Europe*. 2019; 1(4):e35668. DOI: <https://doi.org/10.32872/cpe.v1i4.35668>.
- [6] Leszczynski, D. Review of the scientific evidence on the individual sensitivity to electromagnetic fields (EHS). *Reviews on Environmental Health*. 2022; 37(3):423–450. DOI: <https://doi.org/10.1515/reveh-2021-0038>.

**Impressum**

Bundesamt für Strahlenschutz  
Postfach 10 01 49  
38201 Salzgitter

[www.bfs.de](http://www.bfs.de)

Tel.: +49 30 18333-0  
Fax: +49 30 18333-1885  
E-Mail: [spotlight@bfs.de](mailto:spotlight@bfs.de)

Bitte beziehen Sie sich beim Zitieren dieses Dokumentes immer auf folgende URN:  
urn:nbn:de:0221-2025101655865

Spotlight - Oct/2025 no.2 (Deu)