



## Umweltforschung

Band 186 , Juli 2020 , 109445

# Elektromagnetische Hypersensibilität (EHS, Mikrowellensyndrom) – Überprüfung der Mechanismen

Yael Stein MD <sup>a, b</sup> , Iris G. Udasin MD <sup>c</sup>

Zeig mehr ▼

Teilen Zitieren

<https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109445>

[Erhalten Sie Rechte und Inhalte](#)

## Abstrakt

Elektromagnetische Überempfindlichkeit (EHS), in der Vergangenheit als „Mikrowellensyndrom“ bekannt, ist ein klinisches Syndrom, das durch das Vorhandensein eines breiten Spektrums unspezifischer Symptome mehrerer Organe gekennzeichnet ist, typischerweise einschließlich Symptomen des Zentralnervensystems, die nach einer akuten oder chronische Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern in der Umwelt oder im beruflichen Umfeld. Zahlreiche Studien haben biologische Wirkungen elektromagnetischer Felder auf zellulärer Ebene gezeigt (EMF) bei magnetischen (ELF) und hochfrequenten (RF) Frequenzen in extrem niedrigen Intensitäten. Viele der für Multiple Chemical Sensitivity (MCS) beschriebenen Mechanismen gelten mit Modifikation auch für EHS. Wiederholte Exposition führt zu einer Sensibilisierung und folglich zu einer Verstärkung der Reaktion. Viele hypersensible Patienten scheinen gestörte Entgiftungssysteme zu haben, die durch übermäßigen oxidativen Stress überlastet werden. EMF kann Veränderungen in Kalzium-Signalkaskaden, eine signifikante Aktivierung von Prozessen freier Radikale und eine Überproduktion von reaktiven Sauerstoffspezies (ROS) in lebenden Zellen sowie veränderte neurologische und kognitive Funktionen und eine Störung der Blut-Hirn-Schranke hervorrufen. Magnetit Kristalle, die aus der Verschmutzung der Verbrennungsluft

absorbiert werden, könnten eine wichtige Rolle bei den Auswirkungen von EMF auf das Gehirn spielen. Auswirkungen von EMF auf das autonome Nervensystem könnten sich auch als Symptome im kardiovaskulären System äußern. Andere häufige Auswirkungen von EMF sind Auswirkungen auf Haut, Mikrogefäße, Immunsystem und hämatologische Systeme. Es wird der Schluss gezogen, dass die Mechanismen, die den EHS-Symptomen zugrunde liegen, biologisch plausibel sind und dass viele organische physiologische Reaktionen nach EMF-Exposition auftreten. Patienten können neurologische, neurohormonelle und neuropsychiatrische Symptome nach Exposition gegenüber EMF als Folge von neuronalen Schäden und übersensibilisierten neuronalen Reaktionen haben. Es sollten relevantere diagnostische Tests für EHS entwickelt werden. Die Expositionsgrenzen sollten gesenkt werden, um Schutz vor den biologischen Wirkungen von EMF zu bieten. Die Verbreitung lokaler und globaler drahtloser Netzwerke sollte verringert werden, und sicherere kabelgebundene Netzwerke sollten anstelle von drahtlosen verwendet werden, um anfällige Mitglieder der Öffentlichkeit zu schützen. Öffentliche Orte sollten für elektrosensible Personen zugänglich gemacht werden.

---

## Abschnittsausschnitte

### Hintergrund und Einführung

Elektromagnetische Hypersensibilität (EHS), früher bekannt als „Mikrowellensyndrom“, ist ein klinischer Zustand, der durch ein breites Spektrum unspezifischer multipler Organsysteme gekennzeichnet ist, die typischerweise nach der Exposition einer Person gegenüber elektromagnetischen Feldern (EMF) aus der Umgebung auftreten. Zahlreiche Studien haben biologische Wirkungen elektromagnetischer Felder (EMF) auf zellulärer Ebene bei magnetischen (ELF) und hochfrequenten (RF) Frequenzen bei extrem niedrigen Intensitäten gezeigt. Empfindlichkeit gegenüber EMF, eine systemische...

### Belichtung

Die Exposition gegenüber EMF wurde in den Jahren 2008-9 als 10- bis 15-mal höher als das natürliche Magnetfeld der Erde beschrieben (Rööslü, 2008; Nittby et al., 2009). Insbesondere um das 1-GHz-Frequenzband herum sind die Expositionen um etwa das  $10^{18}$ -fache der natürlichen Werte gestiegen (Bandara und Carpenter, 2018). Im Jahr 2010 nutzten schätzungsweise mehr als 2 Milliarden Menschen weltweit Mobiltelefone (Soffritti, 2010). Die elektromagnetischen Felder, denen Menschen potenziell ausgesetzt sind, werden von einer Vielzahl von erzeugt...

### Physiologischer Nachweis gesundheitlicher Auswirkungen

Mehrere Studien weisen auf Anomalien bei neuropsychiatrischen Tests bei Patienten hin, die nach der Exposition über neuropsychiatrische Symptome berichten. Reeves (2000) berichtete über 34 Mitarbeiter der US Air Force, die HF bei Intensitäten ausgesetzt waren, die über den

zulässigen Expositionsgrenzen lagen. Die jungen Männer berichteten von akuten neurologischen Symptomen nach der Exposition und standardisierte neuropsychiatrische Tests zeigten, dass zwei Drittel der Probanden Befunde aufwiesen, die mit einer antisozialen Persönlichkeit, einem leichten organischen Gehirnsyndrom,...

## Mechanismen

Viele der für Multiple Chemical Sensitivity (MCS) beschriebenen Mechanismen gelten mit Modifikation auch für EHS. Wiederholte Expositionen führen zu einer Sensibilisierung und damit zu einer Verstärkung der Reaktion (Overstreet, 2001; Latremoliere und Woolf, 2009; Molot, 2013; Sage, 2015). Viele hypersensible Patienten scheinen gestörte Entgiftungssysteme zu haben, die durch übermäßigen oxidativen Stress überlastet werden (Korkina, 2009; De Luca et al., 2014). Patienten können neurologische, neurohormonelle und neuropsychiatrische Erkrankungen haben...

## Fazit

In der modernen Welt ist die Exposition gegenüber elektromagnetischer Strahlung unausweichlich geworden. Es gibt viele Menschen, die als Folge der Exposition gegenüber EMF gesundheitsschädliche Auswirkungen entwickeln. Diese Überprüfung der Literatur umfasste zahlreiche selbstberichtete neurologische und neuropsychiatrische Symptome, die in einem zeitlichen Zusammenhang mit EMF-Expositionen stehen. Weitere Studien deuten darauf hin, dass EMF-Exposition mit Veränderungen des zerebralen Blutflusses verbunden sein kann, die Anomalien bei PET-Scans des Gehirns entsprechen. Manche der...

## Erklärung konkurrierender Interessen

Die Autoren geben keinen Interessenkonflikt an....

## Danksagungen

Die Forschung zu EHS wurde teilweise vom Environmental Health Trust , USA, und vom Yael Pitun Fund for Environmental Research, Israel, unterstützt. Die Autoren danken Dr. Devra Davis für ihre Unterstützung und Ermutigung. Wir danken Prof. Charles Greenblatt für seine anhaltenden Diskussionen über die Auswirkungen von Magnetit. Wir danken Amir Bornstein, Dafna Tachover und anderen EHS-Betroffenen dafür, dass sie uns dazu gedrängt haben, mehr über Elektrosensibilität zu erfahren....

---

## Referenzen (70)

S. Carrubba *et al.*

## **Beweis für einen nichtlinearen menschlichen Magnetsinn**

Neurowissenschaft (2007)

A. Latremolière *et al.*

### **Zentrale Sensibilisierung: ein Generator von Schmerzüberempfindlichkeit durch zentrale neurale Plastizität. J Schmerz**

(2009)

H. Nittby *et al.*

### **Erhöhte Permeabilität der Blut-Hirn-Schranke im Gehirn von Säugetieren 7 Tage nach Exposition gegenüber der Strahlung eines GSM-900-Mobiltelefons**

Pathophysiologie (2009)

ML Pall

### **Elektromagnetische Felder mit Mikrowellenfrequenz (EMFs) erzeugen weit verbreitete neuropsychiatrische Wirkungen, einschließlich Depressionen**

J.Chem. Neuroanat. (2016)

M. Rössli

### **Hochfrequente elektromagnetische Feld-Exposition und unspezifische Krankheitssymptome: eine systematische Übersicht**

Umgebung. Auflösung (2008)

S. Xu

### **Die Exposition gegenüber 1800-MHz-Hochfrequenzstrahlung induziert oxidative Schäden an der mitochondrialen DNA in primär kultivierten Neuronen**

Gehirnres. (2010)

M. Zmyslony *et al.*

### **Akute Exposition gegenüber 930 MHz elektromagnetischer CW-Strahlung in vitro beeinflusst den Gehalt an reaktiven Sauerstoffspezies in Rattenlymphozyten, die mit Eisenionen behandelt wurden**

Bioelektromagnetik (2004)

F. Zheng *et al.*

### **Assoziation zwischen Mobiltelefonnutzung und selbstberichtetem Wohlbefinden bei Kindern: eine fragebogenbasierte Querschnittsstudie in Chongqing, China**

BMJ geöffnet (2015)

I. Jakymenko *et al.*

### **Oxidative Mechanismen der biologischen Aktivität von hochfrequenter Strahlung niedriger Intensität**

Elektromagn. biol. Med. (2016)

I. Jakymenko *et al.*

### **Subjektive Symptome bei jungen Handynutzern in der Ukraine**

Umgebung. Gesundheit (Nagpur) (2015)



Weitere Referenzen anzeigen

---

## Zitiert von (20)

Leichte und breitbandige, elektromagnetische Wellen absorbierende, geschäumte Verbundwerkstoffe auf Zementbasis, in die dielektrische Hybridfasern eingearbeitet sind

2022, Bau und Baustoffe

Zusammenfassung zeigen

Retrofit-Planung und Ausführung einer mediterranen Villa mit Aufmaß und Simulation vor Ort

2021, Zeitschrift für Bautechnik

Zusammenfassung zeigen

Melatonin: Ein potenzieller Schutzschild gegen elektromagnetische Wellen

2022, Aktuelle Neuropharmakologie

Assoziationen zwischen einem Polymorphismus in der Ratten-5-HT<sub>1A</sub>-Rezeptorgen-Promotorregion (rs198585630) und kognitiven Veränderungen, die durch Mikrowellen-Exposition induziert werden

2022, Grenzen in der öffentlichen Gesundheit

Assoziation zwischen biophysikalischen Eigenschaften und Angst bei Patienten mit empfindlicher Haut

2022, Hautforschung und -technologie

Die Freisetzung von endogenem Ca<sup>2+</sup> war an der 50-Hz-MF-induzierten Proliferation über die Akt-SK1-Signalkaskade in menschlichen amniotischen Epithelzellen beteiligt

2022, Elektromagnetische Biologie und Medizin



Alle zitierenden Artikel auf Scopus anzeigen

---

## Empfohlene Artikel (6)

Forschungsartikel

### [Biologische Wirkungen hochfrequenter Felder: Erprobung eines Paradigmenwechsels in der Dosimetrie](#)

Umweltforschung, Band 184, 2020, Artikel 109387

[Zusammenfassung zeigen](#) ✓

Forschungsartikel

### [Klinisch definierte unspezifische Symptome in der Nähe von Mobilfunksendeanlagen: Eine retrospektive Vorher-Nachher-Studie](#)

Science of The Total Environment, Band 565, 2016, S. 714-720

[Zusammenfassung zeigen](#) ✓

Forschungsartikel

### [Temperaturbedingte Übersterblichkeit in deutschen Städten bei 2 °C und höheren Graden der Erderwärmung](#)

Umweltforschung, Band 186, 2020, Artikel 109447

[Zusammenfassung zeigen](#) ✓

Forschungsartikel

### [Elektromagnetisch überempfindliche Finnen: Symptome, wahrgenommene Quellen und Behandlungen, eine Fragebogenstudie](#)

Pathophysiologie, Band 20, Ausgabe 2, 2013, S. 117-122

[Zusammenfassung zeigen](#) ✓

Forschungsartikel

### [Wirkungen einer pulsmodulierten Hochfrequenz-Magnetfeld \(HF-EMF\)-Exposition auf Apoptose, Autophagie, oxidativen Stress und Elektronenkettentransportfunktion in humanen Neuroblastom- und murinen Mikrogliazellen](#)

Toxicology in Vitro, Band 68, 2020, Artikel 104963

[Zusammenfassung zeigen](#) ✓

Forschungsartikel

### [Eine Meta-Analyse von In-vitro-Expositionen gegenüber schwacher hochfrequenter Strahlung von Mobiltelefonen \(1990–2015\)](#)

Umweltforschung, Band 184, 2020, Artikel 109227

[Zusammenfassung zeigen](#) ✓

---

Volltext anzeigen

© 2020 Veröffentlicht von Elsevier Inc.

---



Copyright © 2022 Elsevier BV oder seine Lizenzgeber oder Mitwirkenden.  
ScienceDirect® is a registered trademark of Elsevier B.V.

