



Bundesamt  
für Strahlenschutz

## Spotlight on EMF Research

# Spotlight on “Low Frequency Electromagnetic Field Induced Oxidative Stress in *Lepidium sativum* L.” by Abyaneh et al. in Iranian J. Science and Technology (2018)

Kategorie [Statische und niederfrequente Felder, Pflanzenstudie]

Spotlight - Jun/2023 no.1 (Deu)

Kompetenzzentrum Elektromagnetische Felder (KEMF)

## 1 Einordnung des Artikels in den Kontext durch das BfS

Oxidativer Stress wird häufig als möglicher Wirkmechanismus für gesundheitliche Wirkungen diskutiert, die durch elektromagnetische Felder (EMF) vermittelt werden. Der Begriff oxidativer Stress beschreibt ein Ungleichgewicht zwischen der Produktion von reaktiven Sauerstoffspezies (Reactive Oxygen Species, ROS) und dem zellulären antioxidativen Abwehrsystem. ROS werden natürlicherweise bei der zellulären Energieproduktion oder von Immunzellen zur Pathogenabwehr produziert, dienen aber auch als Signalüberträger. Der Gehalt an ROS wird normalerweise durch antioxidative Mechanismen, z. B. antioxidative Enzyme, kontrolliert. In diesem Zusammenhang ist es wichtig, zwischen physiologischem oxidativem Stress (Eustress), der für zelluläre Prozesse notwendig ist, und schädlichem oxidativem Stress (Distress) zu unterscheiden. Zwischen ihnen gibt es keine klar definierte Grenze [1].

## 2 Resultate und Schlussfolgerungen aus der Perspektive der Autoren

Den Autoren zufolge führt die Exposition mit niederfrequenten elektromagnetischen Feldern (Low Frequency Electromagnetic Fields, LF-EMF) zu abiotischem Stress bei Pflanzen, der die zelluläre Stressreaktion aktiviert. Dieser Stress könnte das Pflanzenwachstum, den Stoffwechsel und die allgemeine Entwicklung beeinträchtigen. Die Autoren zitieren mehrere Studien, die die Auswirkungen einer LF-MF-Exposition auf die Keimung der Samen, das Wachstum der Sämlinge, die Vitalität der Samen, die Entwicklung der Pflanzen und die Aktivitäten der antioxidativen Enzyme zeigen.

Um den Einfluss von LF-EMF auf oxidativen Stress in Pflanzen zu klären, analysierten die Autoren, wie LF-EMF das antioxidative System von Gartenkresse (*Lepidium sativum*) verändert.

Samen der Gartenkresse wurden entweder trocken aufbewahrt oder für 7 oder 14 Stunden in destilliertem Wasser eingeweicht und dann für 30 Minuten oder eine Stunde bei einer magnetischen Flussdichte von 3,8 mT und einer Frequenz von 60 Hz exponiert. Die Samen wurden dann in feuchten Petrischalen für weitere 14 Tage ohne weitere Exposition aufbewahrt. Zur Analyse wurden die Blätter dieser 14 Tage alten Pflanzen homogenisiert und die Aktivität der antioxidativen Enzyme, die gesamte antioxidative Kapazität und der Grad der Lipidperoxidation mit einem Photospektrometer gemessen.

Die Ergebnisse zeigten, dass die Aktivität antioxidativer Enzyme (Superoxiddismutase, Katalase und Ascorbatperoxidase) sowie nicht-enzymatischer Antioxidantien (Flavonoidgehalt, Reduktionskapazität und antioxidative Gesamtkapazität) nach allen Behandlungen zunahm. Dies war am stärksten ausgeprägt, wenn die Samen 60 Minuten lang mit LF-EMF exponiert wurden. Darüber hinaus stieg die Peroxidation von Membranlipiden bei allen Behandlungen an.

Die Autoren schlussfolgern, dass die LF-EMF-Exposition eine Akkumulation von ROS und Veränderungen der Enzymaktivitäten verursacht. LF-EMF führte zu einer gesteigerten Lipid-Peroxidation und verschiedene Ausprägungen von oxidativem Stress in den Blattzellen von Gartenkresse.

### 3 Kommentare des BfS

Die der Studie zugrunde liegende Fragestellung ist von wissenschaftlichem Interesse und für den Strahlenschutz von Bedeutung. Leider erfüllt die Studie nicht die Kriterien für gute wissenschaftliche Praxis, die von der Cochrane-Review-Gruppe zusammengefasst wurden [2]: In den Experimenten werden keine Positiv- (ionisierende Strahlung, Wasserstoffperoxid etc.) und Negativkontrollen (Radikalfänger, z.B. N-Acetylcystein) verwendet, die notwendig sind, um die gemessene Effektstärke einzuordnen. Aus den gezeigten Daten kann man nur schließen, dass die gemessenen Werte nach der Exposition höher sind als in der unbehandelten Kontrolle. Das Ausmaß der Erhöhung bzw. ob dies einen Einfluss auf das Wachstum und die Entwicklung der Pflanzen hat, lässt sich aus den Daten der Studie nicht ableiten. Da nicht bekannt ist, ob die Experimente und ihre Messungen verblindet durchgeführt wurden, kann eine Verzerrung nicht ausgeschlossen werden. Anstelle einer scheinexponierten Kontrolle wurde eine nicht-exponierte Kontrolle verwendet und es wird nicht angegeben, wie die LF-EMF-Exposition gemessen wurde. Die Exposition von 3,8 mT ist sehr hoch. Dies entspricht dem 19-fachen des Referenzwertes für Stromleitungen bei 60 Hz, der bei 200  $\mu$ T liegt (geregelt durch die 26. BImSchV in Deutschland). Die Autoren begründen die gewählte Exposition nicht.

Zur Bestimmung der Aktivität antioxidativer Enzyme, der Lipidperoxidationsrate, der Reduktionskapazität und der antioxidativen Kapazität verwenden die Autoren etablierte photochemische Analysesysteme, bei denen die Enzymaktivität durch einen aktivitätsabhängigen Farbumschlag photometrisch bestimmt wird. Die verwendeten Methoden sind für zwar für die Bestimmung der Aktivität von Enzymen geeignet, jedoch ungeeignet für die Messung von oxidativem Stress. Die Expression und Aktivität antioxidativer Enzyme erhöht sich häufig als Reaktion auf die Produktion von Elektrophilen, die die Transkriptionsfaktoren Nrf2 und KEAP1 aktivieren, welche die Gene für antioxidative Enzyme regulieren [1, 3]. Die gleichen Verbindungen (und es gibt Tausende davon) werden im Stoffwechsel produziert oder durch Umweltfaktoren wie UV-Strahlung, Luftschadstoffe etc. induziert [4, 5]. Obwohl oxidativer Stress zu einem Anstieg der antioxidativen Enzyme führen kann, sind diese kein zuverlässiger Indikator. Ein weiteres Problem ist die verzögerte Messung der Enzymaktivität. Sie wurde erst 14 Tage nach der Exposition bestimmt, so dass eine große Anzahl von Faktoren die Expression und Aktivität der untersuchten Enzyme beeinflusst haben kann. Biologische Endpunkte wie die antioxidative Kapazität oder die Messung von Malondialdehyd (MDA) sind ebenfalls nicht geeignet, um oxidativen Stress zuverlässig zu bestimmen, da es bei MDA zu viele nicht-oxidative Stressreaktionen gibt, die eine Lipidperoxidation verursachen können. Die antioxidative Kapazität ist ebenfalls ein sehr ungenauer Marker im biologischen Kontext [6].

Die Autoren neigen dazu, Studien zu zitieren, die die Ergebnisse ihrer eigenen Studie mehr oder weniger bestätigen, während ein großer Teil der Literatur, der zu anderen Ergebnissen kommt, ignoriert wird [7].

Insgesamt erfüllt die vorliegende Arbeit mehrere etablierte Qualitätskriterien der wissenschaftlichen Praxis nicht. Darüber hinaus sind die gewählten Methoden und die untersuchten Marker/Endpunkte nicht geeignet um die Fragestellung zu beantworten. Die Studie liefert somit keinen Beitrag zum Stand der Wissenschaft auf diesem Gebiet.

## Referenzen

The first reference is always the manuscript at hand and the reference in the curly braces at the end of a reference {xx} correspond to a reference in the manuscript at hand and is consistent with the manuscripts reference style.

- [0] Abyaneh E et al. "Low Frequency Electromagnetic Field Induced Oxidative Stress in *Lepidium sativum* L." *Iran J Sci Technol* (2018); 1419-1426, doi:10.1007/s40995-016-0105-9
- [1] Sies, H. and D.P. Jones, "Reactive oxygen species (ROS) as pleiotropic physiological signalling agents" *Nat Rev Mol Cell Biol*, 2020. 21(7): p. 363-383
- [2] Ryan R, H.S., Pictor M, McKenzie J; "Cochrane Consumers and Communication and R. Group. Study Quality Guide" 2013 05/30/2013
- [3] Cebula, M., E.E. Schmidt and E.S. Arner, "TrxR1 as a potent regulator of the Nrf2-Keap1 response system" *Antioxid Redox Signal*, 2015. 23(10): p. 823-53.
- [4] Forman, H.J. and H. Zhang, "Targeting oxidative stress in disease: promise and limitations of antioxidant therapy" *Nat Rev Drug Discov*, 2021. 20(9): p. 689-709.
- [5] Xie, X., Z. He, N. Chen, Z. Tang, Q. Wang and Y. Cai, "The Roles of Environmental Factors in Regulation of Oxidative Stress in Plant" *Biomed Res Int*, 2019. 2019: p. 9732325.
- [6] Henschenmacher B 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 Int*, 2022. 158: p. 106932.
- [7] Schuermann, D. and M. Mevissen, "Manmade Electromagnetic Fields and Oxidative Stress-Biological Effects and Consequences for Health" *Int J Mol Sci*, 2021. 22(7).

## 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](mailto:spotlight@bfs.de)  
De-Mail: [epost@bfs.de-mail.de](mailto:epost@bfs.de-mail.de)

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

Bitte beziehen Sie sich beim Zitieren dieses Dokumentes immer auf folgende URN:  
[urn:nbn:de:0221-2023060938305](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0221-2023060938305)

Spotlight - Jun/2023 no.1 (Deu)