

EIN ON-FARM-VERSUCH ZUM EINFLUSS AUF WINTERROGGEN

BIODYNAMISCHE PRÄPARATE UND MOBILFUNK

AUTORENTEAM:

JULIAN KELLER, DR. UWE GEIER

Forschungsring e.V. Darmstadt,

keller@forschungsring.de



In dem seit Frühjahr 2020 laufenden Projekt untersuchen Wissenschaftler am Forschungsring e.V. die Wirkung von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern (HF-EMF) auf die Vitalität von Salatpflanzen. Die Untersuchungen an Salat erfolgten in Kooperation mit der TU Darmstadt. Eine wissenschaftliche Veröffentlichung über die Ergebnisse liegt vor [1]. Durch diese Versuche wurde gezeigt, dass die Exposition mit HF-EMF schon bei normaler Intensität – zwei W-Lan Router und zwei DECT-Telefone in etwa 1 m Entfernung – die Regulationsmechanismen von Salatpflanzen hemmt und zu einer erhöhten Empfindlichkeit gegenüber Stress führt. Bei den HF-EMF exponierten Salatpflanzen – mit 1900 MHz DECT; 2,4 und 5 GHz W-Lan – kam es unter anderem zu einer signifikanten und systematischen Verringerung der Photosyntheseleistung der Pflanzen.

On-Farm-Versuch an Winterroggen

In mehreren Versuchsreihen mit Salat wurde auch die Hypothese untersucht, ob biologisch-dynamische Präparate eine stressmindernde Wirkung gegenüber elektromagnetischen Feldern (HF-EMF) haben. Die Messdaten zeigten, dass Salatpflanzen, die mit biologisch-dynamischen Spritzpräparaten behandelt wurden, besser mit dem durch EMF verursachten Stress umgehen konnten. Auf Grundlage der bisherigen Exaktversuche an Salat war für uns die Bearbeitung der folgenden Frage besonders wichtig:

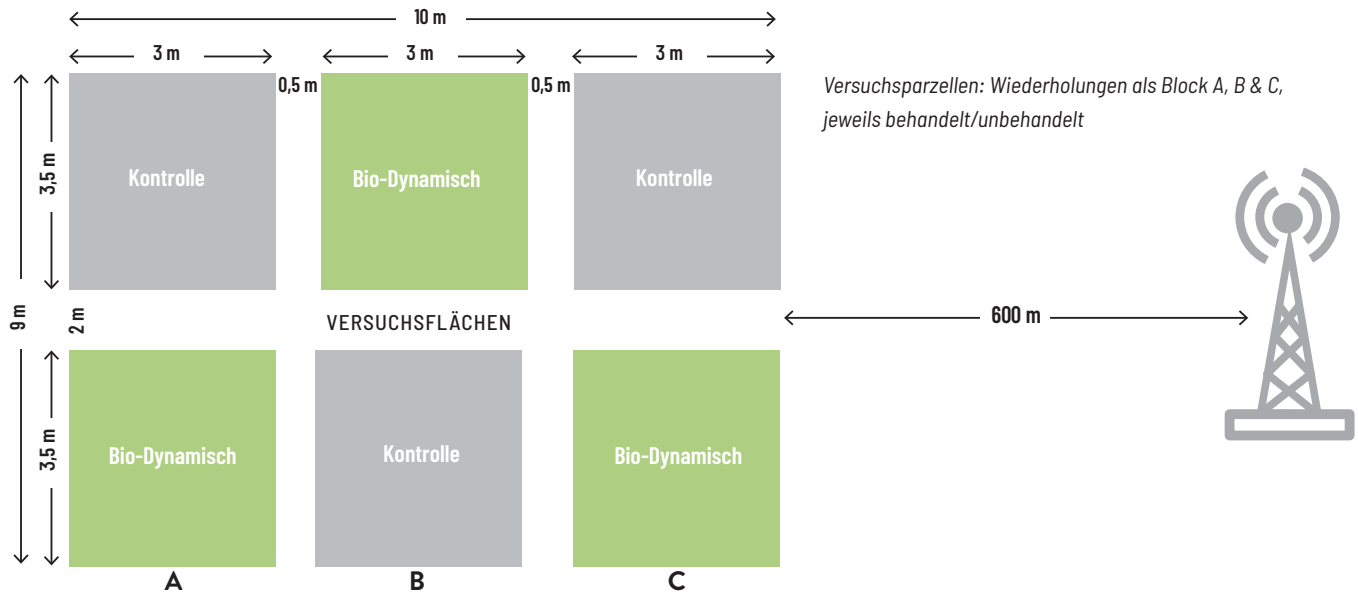
Können die nachgewiesenen Beeinträchtigungen der Pflanzen infolge HF-EMF-Exposition durch die Biodynamischen Präparate (BD) abgeschwächt oder vermindert werden?

Zur Anwendung kamen die beiden Spritzpräparate P500 und P501. Der On-Farm-Versuch wurde auf einem Demeter-Betrieb in Nordhessen mit einem Funkmast in Feldnähe durchgeführt. Die Betriebsflächen wurden in der Vergangenheit in der Regel jedes Jahr mit den beiden Präparaten P500 und P501 behandelt. Die Ausbringung der Präparate wurde im Jahr 2023 jedoch in Versuchsfeldnähe ausgesetzt und durch den Forschungsring gezielt auf den jeweils zu behandelnden Parzellen durchgeführt. In einem Abstand von 600 m zum Sendemast wurde unsere Versuchsfläche auf einer bereits existierenden Ackerfläche integriert. Die randomisierte Blockanlage (drei Blöcke A, B & C mit jeweils Behandlung/Kontrolle) bestand aus insgesamt sechs Parzellen (drei Wiederholungen pro Variante; siehe Abbildung 1).

Jede Versuchsparzelle bestand aus 10,5 m² Fläche. Die Versuchsfläche war hinsichtlich der Bodenverhältnisse und der Leistungsflussdichte, d.h. der Intensität der HF-EMF-Befeldung (RMS = 80 µW/m²), homogen. Als Versuchspflanzen diente Winterroggen.

>>>

ABB 1: AUFTEILUNG DER VERSUCHSFLÄCHE



Die Früherkennung von Pflanzenstress erfolgte mittels einer Chlorophyll-Fluoreszenz-Analyse. Dieses Verfahren eignet sich sehr gut zur Untersuchung der Vitalität und der Photosynthese-Effizienz einer Pflanze. Die Chlorophyll-Fluoreszenz-Messungen liefern Informationen über den anfänglichen Pflanzenstress vor dem Auftreten erster sichtbarer Symptome. Anhand der Fluoreszenz-Messungen können Aussagen über die Beeinträchtigung der Pflanzen durch Stress getroffen werden [2]. Die Messung der Photosyntheseeffizienz mit einem Chlorophyll-Fluorimeter (Pocket PEA) erfordert Dunkelheit und erfolgte daher immer nachts. Pro Messtermin wurden zufällig 20 Pflanzen pro Parzelle gemessen, sodass insgesamt 60 Pflanzen je Variante erfasst wurden. Die erste Messung wurde am 26.04.2023 zu Beginn des Schossens durchgeführt. Die zweite Messung erfolgte am 16.05.2023 während der Blüte. Für die statistische Analyse wurde eine zweifaktorielle ANOVA verwendet (abhängige Variable: Messwert; feste Faktoren: Variante und Block). Die aufgeführte Darstellung (Abbildung 2) zeigt den Parameter F_v/F_m der beiden Varianten mit und ohne Präparat 500. Der Chlorophyll-Fluoreszenz-Parameter F_v/F_m gibt die maximale Quantenausbeute der Photochemie des pflanzlichen Photosystems II an und wird häufig zur frühzeitigen Erkennung von Pflanzenstress verwendet. Laut Literatur ist „(F_v/F_m) einer der stabilsten Parameter, der kaum durch mäßigen Stress beeinflusst wird [3–5]“ [6]. Außerdem wird F_v/F_m durch die Wachstumsbedingungen selbst nur geringfügig beeinflusst [7]. Stressbedingungen hingegen verringern F_v/F_m [8]. Kurz nach der ersten Präparateanwendung (25.04.2023) zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Varianten (siehe Abbildung 2).

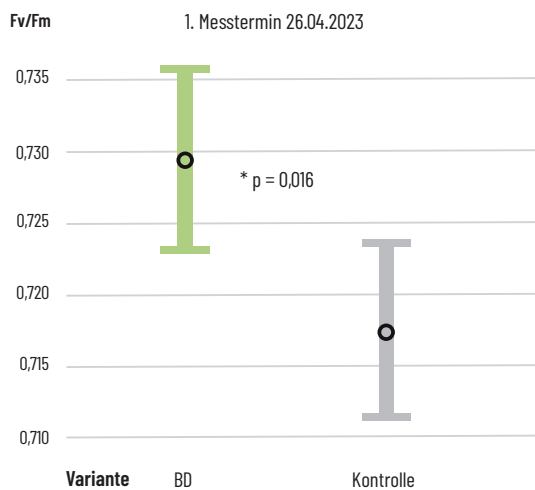
In Abbildung 3 sind die Messergebnisse nach Ausbringung (16.05.2023) des Präparates P501 zu sehen. Die statistische Analyse zeigt einen hoch signifikanten Unterschied zwischen der BD- und der Kontrollvariante. Hohe F_v/F_m -Werte zeigen eine gute Photosyntheseleistung, niedrige Werte eine reduzierte.

Bei der Erhebung des Korngewichtes konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten festgestellt werden. Lediglich die Mittelwerte wiesen auf ein höheres Erntegewicht der biodynamischen Variante hin: im Mittel 8,7 % höherer Ertrag; mit einer starken Effektstärke von Cohen's $d = 0,94^*$. Es ist sinnvoll, diesen Versuch noch einmal mit mehr Wiederholungen pro Variante durchzuführen, um eine größere statistische Aussagekraft zu erhalten. Die bildschaffenden Methoden (Kupferchlorid bzw. Steigbild) zeigten am reifen Korn ebenfalls Unterschiede zwischen den Varianten.

Die bisherigen Untersuchungen deuten darauf hin, dass biodynamische Spritzpräparate bei Winterroggen unter HF-EMF-Exposition ein wesentliches Merkmal der Photosyntheseleistung (F_v/F_m) stärken. •

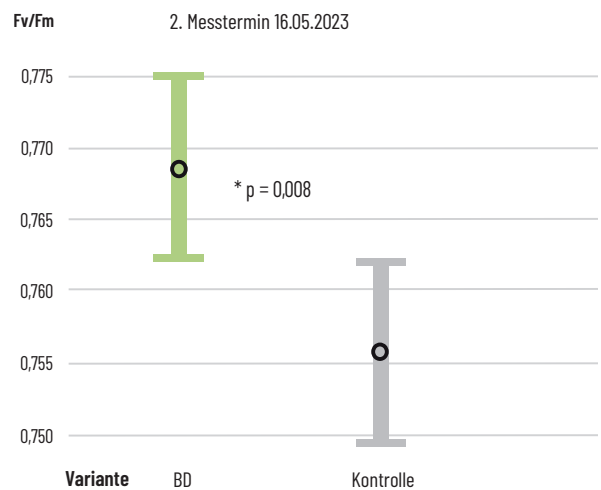
* Cohen's d gibt an, wie groß der Unterschied zwischen zwei Mittelwerten relativ zur Standardabweichung ist. Die übliche Interpretation von Cohen's d ist: $d = 0,2$ - kleiner Effekt (der Unterschied ist klein und schwer zu erkennen); $d = 0,5$ - mittlerer Effekt (der Unterschied ist wahrnehmbar); $d = 0,8$ - großer Effekt (der Unterschied ist erheblich).

ABB 2: PHOTOSYNTHEEFFIZIENZ HÖHER NACH P500



Am ersten Messtermin nach Ausbringung von P 500 zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen BD und Kontrolle; * = signifikant bei $\alpha < 0,05$; Fehlerbalken 95% Konfidenz Intervall; Fv/Fm misst die Chlorophyll-Fluoreszenz als Maßstab für dessen Aktivität

ABB 3: PHOTOSYNTHEEFFIZIENZ HÖHER NACH P501



letzter Messtermin nach Ausbringung von P 501; signifikanter Unterschied zwischen BD und Kontrolle; * = signifikant bei $\alpha < 0,05$; Fehlerbalken 95% Konfidenz Intervall; Fv/Fm misst die Chlorophyll-Fluoreszenz als Maßstab für dessen Aktivität

Untersuchungsreihe zu Pflanzenstress durch elektromagnetische Felder

Seit 2020 untersuchen wir am Forschungsring die Wirkung elektromagnetischer Felder (EMF) auf die Vitalität von Pflanzen, zum Teil in Kooperation mit der Technischen Universität Darmstadt. In mehrjährigen Feldversuchen ging es zunächst um die Frage, ob EMF die Vitalität von Pflanzen (Salat, junge Linden) beeinträchtigt. Dies hat sich bestätigt.

Ob der Einsatz biodynamischer Präparate EMF-gestressten Pflanzen helfen kann, ihre Regulationsfähigkeit zu stärken, ist eine zweite Frage, die wir in exakten Feldversuchen geprüft haben und weiter prüfen. Die bisherigen Ergebnisse belegen signifikant eine förderliche Wirkung der Präparate.

Ob sich die Ergebnisse aus den Exaktversuchen in Darmstadt auf die Situation in der Praxis (Pflanzen in der Nähe eines Mobilfunksenders) übertragen lassen, ist eine dritte Frage, der wir nachgegangen sind (siehe Artikel).

Ein aktueller Untersuchungsgegenstand ist das Zusammenwirken der Stressfaktoren EMF und Trockenheit auf Pflanzen, auch im Zusammenhang mit den biodynamischen Präparaten. Fernziel unserer Versuche ist es, einen optimierten Präparateinsatz auszuarbeiten, um Ertrags- und Qualitätseinbußen unter EMF- und Klimastress zu vermeiden.

Quellen

- [1] N. T. Tran, L. Jokic, J. Keller, J. U. Geier, and R. Kaldenhoff, "Impacts of Radio-Frequency Electromagnetic Field (RF-EMF) on Lettuce (*Lactuca sativa*)—Evidence for RF-EMF Interference with Plant Stress Responses," *Plants*, vol. 12, no. 5, p. 1082, 2023, doi: 10.3390/plants12051082.
- [2] H. M. Kalaji et al., "Chlorophyll a fluorescence as a tool to monitor physiological status of plants under abiotic stress conditions," *Acta Physiol Plant*, vol. 38, no. 4, p. 23, 2016, doi: 10.1007/s11738-016-2113-y.
- [3] H. R. Bolhar-Nordenkamp, S. P. Long, N. R. Baker, G. Oquist, U. Schreiber, and E. G. Lechner, "Chlorophyll Fluorescence as a Probe of the Photosynthetic Competence of Leaves in the Field: A Review of Current Instrumentation," *Functional Ecology*, vol. 3, no. 4, p. 497, 1989, doi: 10.2307/2389624.
- [4] U. Schreiber, W. Bilger, and C. Neubauer, *Chlorophyll Fluorescence as a Noninvasive Indicator for Rapid Assessment of In Vivo Photosynthesis, Ecophysiology of Photosynthesis*: Springer Berlin Heidelberg.
- [5] A. Stirbet, D. Lazár, J. Kromdijk, and G. Govindjee, "Chlorophyll a fluorescence induction: Can just a one-second measurement be used to quantify abiotic stress responses?," *Photosynth.*, vol. 56, SPECIAL ISSUE, pp. 86–104, 2018, doi: 10.1007/s11099-018-0770-3.
- [6] S. DIMITROVA et al., "Special issue in honour of Prof. Reto J. Strasser - Photosynthetic efficiency of two *Platanus orientalis* L. ecotypes exposed to moderately high temperature - JIP-test analysis," *Photosynth.*, vol. 58, SPECIAL ISSUE, pp. 657–670, 2020, doi: 10.32615/ps.2020.012.
- [7] D. M. Kramer, G. Johnson, O. Kiirats, and G. E. Edwards, "New Fluorescence Parameters for the Determination of Q A Redox State and Excitation Energy Fluxes," *Photosynthesis research*, vol. 79, no. 2, pp. 209–218, 2004, doi: 10.1023/B:PRES.0000015391.99477.0d.
- [8] N. R. Baker, "Chlorophyll fluorescence: A probe of photosynthesis in vivo," *Annual review of plant biology*, vol. 59, pp. 89–113, 2008, doi: 10.1146/annurev.arplant.59.032607.092759.