INTEGRATION VON PHOTOVOLTAIK IN DEN BIODYNAMISCHEN BETRIEB

LASSEN SICH NEGATIVE EFFEKTE AUSGLEICHEN?

© Fraunhofer ISE

AUTOREN: DR. UWE GEIER,
JULIAN KELLER, Forschungsring e.V.
geier@forschungsring.de

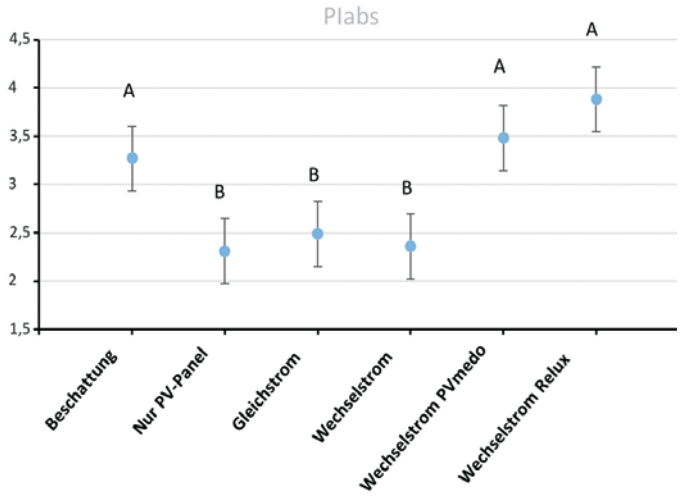
Bei der Umstellung unserer Energiegewinnung von fossilen zu erneuerbaren Quellen wird der Photovoltaik (PV) eine große Bedeutung zugemessen. Nach den Ausbauzielen der Bundesregierung rechnen Fachleute mit einem Flächenbedarf von 170.000 bis 350.000 ha für Freiflächen-PV-Anlagen in Deutschland (Zirkler 2023), der weit überwiegend durch die Umwandlung landwirtschaftlicher Flächen gedeckt werden soll. Für einen landwirtschaftlichen Betrieb ergeben sich mehrere Möglichkeiten einer Nutzung von PV: Freiflächen-Anlagen, die Installation auf Gebäuden und die Kombination mit landwirtschaftlicher Produktion in Agrarphotovoltaikanlagen (APV).

Es ist offensichtlich, dass die Umwandlung einer Acker- oder Grünlandfläche in eine weitgehend beschattete PV-Fläche Effekte auf die Biodiversität hat. Insgesamt ist das Thema der Effekte von PV auf ökologische und landwirtschaftliche Funktionen relativ neu und wird zunehmend beforscht. Ein Review über Agrarphotovoltaikanlagen von Weselek et al. (2019) verdeutlicht, dass Wirkungen auf die Produktqualität von Pflanzen, die unter PV-Anlagen wachsen bisher kaum betrachtet werden. Große Anlagen werden mit einer lokalen Erwärmung in Verbindung gebracht (Barron Gafford et al. 2016). Bei Agrarphotovoltaikanlagen und Freiflächenanlagen ergibt sich für einen Demeter-Betrieb immer eine Konkurrenz zwischen Stromproduktion und der Erzeugung biodynamischer Lebens- und Futtermittel.

Untersuchung von PV-Effekten

Um Demeter-Betrieben eine Orientierung für den Umgang mit Photovoltaik zu geben, wurde dieses Projekt im Jahr 2024 konzipiert. Wir streben einen ganzheitlichen Forschungsansatz an, der auch die Lebensmittelqualität berücksichtigt. In den Jahren 2024 und 2025 werden mögliche Effekte von PV auf Salat

ABB. 1: MAßNAHMEN KÖNNEN STROMEINFLUSS AUSGLEICHEN



Photosynthese-Merkmal „Performance Index Absorption" (PI abs – auf der Y-Achse) von Salat aus dem Jahr 2024. Buchstabenunterschiede kennzeichnen signifikante Effekte.

>>>

Foto Seite 40: Agrarphotovoltaik erhöht Pflanzenstress nicht nur durch die Beschattung.

Oben: Blick auf die Versuchsanlage
Links: Batterie und Wechselrichter in den Varianten mit Wechselstrom

und Rotklee untersucht. Dafür wurden kleine Agrar-Photovoltaik-Anlagen (APV) konstruiert (siehe Foto oben). Die PV-Panele sind zu 50 % lichtdurchlässig, wie in APV-Anlagen üblich. Uns geht es nicht nur um die Frage nach der Wirkung von APV-Anlagen, sondern darum, wie Pflanzen in unmittelbarer Nähe von Photovoltaik wachsen.

Der Schwerpunkt der Untersuchungen liegt auf der Photosyntheseleistung. Die Messung mit einem Chlorophyllfluorimeter ist ein etabliertes Verfahren in den Pflanzenwissenschaften zur Messung der Pflanzenvitalität und ihrer Reaktion auf Stressfaktoren. Unser Messgerät (Pocket PEA von Hansatech) liefert über 50 Messparameter über Details der Photosynthese. Neben der Photosyntheseleistung wurden ausgewählte Inhaltsstoffe und Erträge gemessen, Kupferchloridkristallisationsbilder hergestellt und Bildekräfte beobachtet. Im Jahr 2025 wird auch die Fluoreszenz-Anregungs-Spektroskopie eingesetzt. Parallel zu unseren Exaktversuchen in Darmstadt finden Beobachtungen an installierten PV-Anlagen auf Betrieben statt.

Versuchsanlage

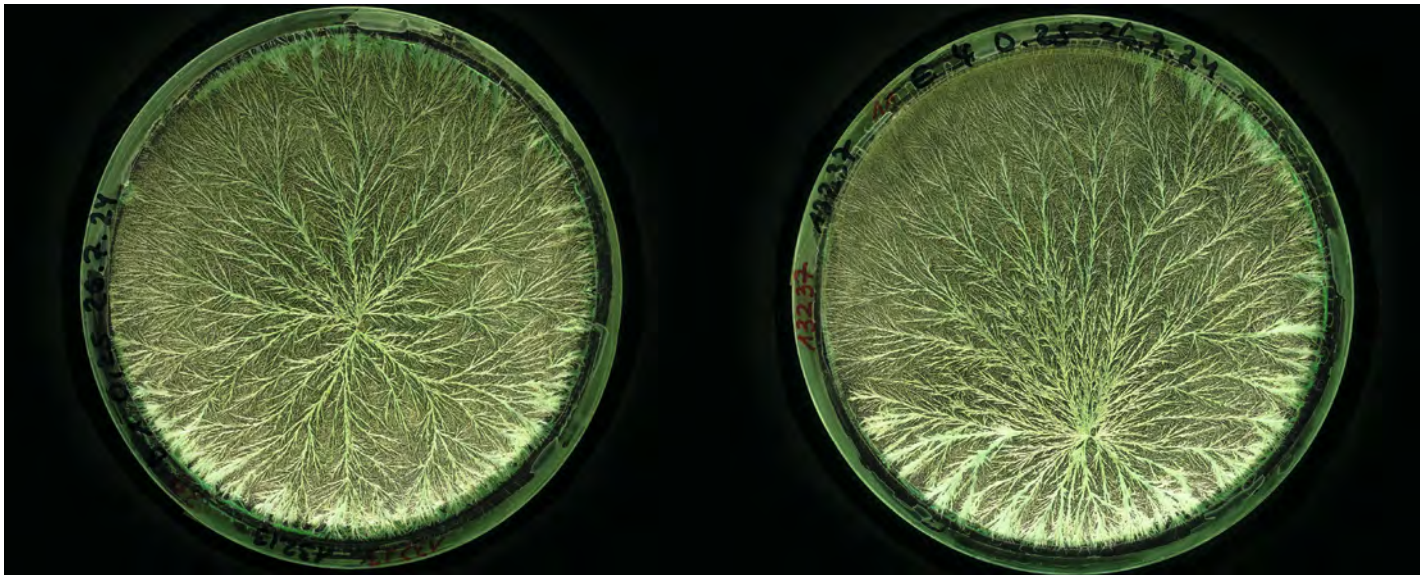
In unserer Versuchsanlage variieren wir nicht nur Schatten und Stromspannung, sondern wir prüfen auch, ob die Zugabe eines neuen Präparates bzw. eine bestimmte Harmonisierungstechnik Effekte zeigen. Folgende sieben Varianten berücksichtigten wir im Jahr 2024:

- Licht: keine Beschattung (100 % Licht)
- Beschattung: 50 % Beschattung (wie die PV-Varianten) durch Kunststofffolien auf Glas
- nur PV-Panel: PV-Panel nicht an Stromkreis angeschlossen
- Gleichstrom: PV-Panel mit Gleichstrom (Halogenleuchte als Stromverbraucher)
- Wechselstrom: PV-Panel mit Wechselstrom (Halogenleuchte als Stromverbraucher)
- Wechselstrom plus PVmed: PV-Panel mit Wechselstrom mit neuem biodynamischem Präparat auf Brennnesselbasis (PVmedo, platziert am Panel und am Wechselrichter (Halogenleuchte als Stromverbraucher)
- Wechselstrom plus Relux: PV-Panel mit Wechselstrom plus Harmonisierungstechnik (Reluxquelle Energiekugel, platziert auf dem Boden vor dem Panel) (Halogenleuchte als Stromverbraucher)

Ergebnisse Pflanzenstress

Nachfolgend stellen wir ausgewählte Ergebnisse der Photosyntheseleistung von Salat im Jahr 2024 vor. In jedem Experiment wurden 8 bis 10 Pflanzen je Variante an zwei Zeitpunkten gemessen. Insgesamt wurden im Jahr 2024 drei Experimente mit Salat durchgeführt.

Die Ergebnisse der Photosynthesemessung sind relativ stabil. In allen drei Experimenten sind deutliche Unterschiede zwischen Varianten erkennbar. Beispielhaft wird hier das Merkmal PIabs der zweiten Messung des ersten Experiments vorgestellt. Der PIabs (Performance Index Absorption) ist ein wichtiger Fluoreszenzparameter, der umfassende Informationen über die Vitalität und den Zustand von Pflanzen liefert. Er erlaubt die Bewertung der Stressresistenz von Pflanzen basierend auf der Effizienz der Lichtabsorption, der Energieaufnahme und dem Elektronentransport im Photosystem II.



Stromeinfluss zeigt sich im Bild: Kupferchloridkristallisation von Salat aus dem Jahr 2024 der Varianten „nur Beschattung“(links) und „Wechselstrom“ (rechts). Deutlich höhere Zentrumskoordination in den Bildern der Variante Beschattung.

Alle Varianten sind hinsichtlich der Beschattung vergleichbar, nämlich 50%. Die Variante nur Beschattung (mit 50% Beschattung durch Folien, ohne PV-Panel) unterscheidet sich signifikant von den Varianten nur PV-Panel, Gleichstrom und Wechselstrom durch höhere PI abs-Werte. Die Variante Wechselstrom entspricht einer APV-Anlage im Normalbetrieb.

Die Varianten Wechselstrom plus PVmed und Wechselstrom mit Relux sind technisch mit der Variante Wechselstrom identisch. Sie unterscheiden sich nur durch den Zusatz von PVmedo bzw. Relux. Die PI abs-Werte der Varianten Wechselstrom plus PVmedo und Wechselstrom mit Relux sind signifikant höher als bei der Variante Wechselstrom; die Werte sind mit denen der Beschattungs-Variante vergleichbar (siehe Abb. 1).

Ergebnisse Qualität

In der Kupferchloridkristallisation sind ebenfalls Unterschiede zwischen den Varianten erkennbar. Beispielhaft sind hier repräsentative Bilder der Beschattung- und Wechselstromvariante vorgestellt. Die Klarheit des Bildzentrums und seine Verbindung mit dem Gesamtbild ist ein wichtiges Merkmal bei der Beurteilung von Kupferchloridkristallisationsbildern; es wird Zentrumskoordination genannt. Hohe Produktqualitäten sind immer mit einer hohen Zentrumskoordination verbunden. Bei der Wechselstrom-Variante ist unter anderen diese Qualität im Vergleich mit der Schatten-Variante deutlich reduziert.

Resümee

Das Zwischenfazit unseres Versuchs lautet, Photovoltaik verändert die Photosynthese von Salatpflanzen, die unter den PV-Panelen exponiert sind. Durch ein neues biodynamisches Präparat und eine ausgewählte Harmonisierungstechnik konnten die negativen Effekte ausgeglichen werden.

In diesem Jahr werden wir die Versuche wiederholen und Rotklee als zweite Pflanzenart einbeziehen. Zusätzlich testen wir die biodynamischen Spritzpräparate und die Kombination von PVmedo und Relux als neue Varianten. Auch bereiten wir Versuche vor, um mögliche Effekte von Photovoltaik auf Tiere in Ställen zu messen. •

Quelle

- Barron-Gafford, G., Minor, R., Allen, N. et al. The Photovoltaic Heat Island Effect: Larger solar power plants increase local temperatures. Sci Rep 6, 35070 (2016). https://doi.org/10.1038/srep35070
- Weselek, A., Ehmann, A., Zikeli, S. et al. Agrophotovoltaic systems: applications, challenges, and opportunities. A review. Agron. Sustain. Dev. 39, 35 (2019). https://doi.org/10.1007/s13593-019-0581-3
- Zirkler, R. (2023). Flächen im Fokus. Ökologie & Landbau 2 / 2023.