

Agri-Photovoltaik

Wie Ackerbau und Solarstrom gemeinsam funktionieren

Nachhaltige Energieproduktion auf landwirtschaftlichen Nutzflächen: Ansätze für den Ackerbau

Keywords: Agri-Photovoltaik, Landwirtschaft, Stromgewinnung, Doppelte Flächennutzung, Klimaschutz, Klimaanpassung

Agri-Photovoltaik (APV) ermöglicht die gleichzeitige Nutzung von Flächen für landwirtschaftliche Produktion und Solarstromerzeugung. Die Photovoltaikmodule werden dabei so über Feldern, Wiesen oder Sonderkulturen angeordnet, dass diese weiterhin maschinell bewirtschaftet werden können. Für landwirtschaftliche Betriebe eröffnet APV eine zusätzliche Einkommensquelle und kann teilweise die Widerstandsfähigkeit gegenüber Klimarisiken erhöhen. In Österreich sind bis 2026 rund 275 MWp Leistung installiert bzw. geplant, woraus ein jährlicher Stromertrag von etwa 315 GWh erwartet wird, etwa 0,5 % des österreichischen Stromverbrauchs 2023 von ~61 Twh. Besonders im Ackerbau zeigt sich sowohl das Potenzial von APV, allerdings auch technische, ökologische und wirtschaftliche Herausforderungen.

Wie können APV-Anlagen im Ackerbau gestaltet werden?

Im Ackerbau gilt APV insbesondere dann als landwirtschaftlich verträglich, wenn der überwiegende Teil der Fläche weiterhin bewirtschaftbar bleibt und Erträge möglichst wenig reduziert werden. Die Verankerung im Boden erfolgt üblicherweise ohne Versiegelung mittels einfach rückbaubarer Rammfundamente. Im Ackerbau haben sich 3 Systeme etabliert, die sich vor allem hinsichtlich Flächennutzung, Bewirtschaftbarkeit und Stromertrag unterscheiden. Je nach Ausgestaltung bleiben bis zu 85 % des Bodens für den Ackerbau erhalten.



Abb. 1. Verschiedene Agri PV-Systeme (v.l.n.r. Fix, einachsiges Tracking, Vertikal)

Südausgerichtete, fix aufgeständerte Systeme ähneln konventionellen Freiflächenanlagen, haben jedoch größere Reihenabstände (Abb. 1). Fix montierte Module erzeugen dauerhaft beschattete Bereiche. Dadurch bleiben manche Flächen dauerhaft stärker beschattet. Im Vergleich benötigen diese Systeme besonders viel Fläche und der Großteil des Stroms wird rund um die Mittagszeit produziert (Abb. 2).

Bei **Tracking-Systemen** folgen nachgeführte Module in 2-3 m Höhe dem Sonnenverlauf; der Großteil der Fläche zwischen den Reihen bleibt bewirtschaftbar (Abb. 1). Unter den Modulen entstehen rund 2 m breite Streifen, die maschinell nur eingeschränkt bearbeitbar sind und daher meist nicht ackerbaulich genutzt werden. Das Nachführen der Module führt vormittags und nachmittags zu hohen Stromerträgen (Abb. 2).

Vertikale bifaziale Systeme bestehen aus senkrecht aufgestellten Modulen in Ost-West-Ausrichtung („Zaunsysteme“) mit etwa 0,5 m Abstand zur Ackerfläche (Abb. 1). Für den Ackerbau steht zur Mittagszeit ein Großteil der einfallenden Sonnenstrahlung zur Verfügung. Sie weisen ausgeprägte Stromerzeugungsspitzen am Morgen und Abend auf (Abb. 2).

Bei allen Systemen sind in der Praxis mikroklimatische Veränderungen der bewirtschafteten Fläche festgestellt worden. Die Module beeinflussen das Lichtangebot, aber auch andere Parameter wie bspw. die Bodentemperatur.

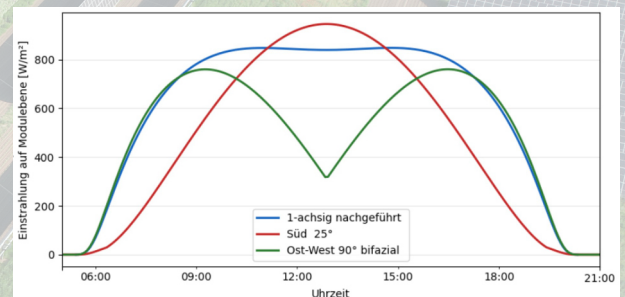


Abb. 2. Stromertragsprofile von PV-Kraftwerken in verschiedenen Montagevarianten im Tagesverlauf

Die Modulausrichtung beeinflusst auch die Regenverteilung, da Bereiche unter den Modulen abgeschirmt werden können; abtropfender Niederschlag an den Modulen kann eine ungleichmäßige Bodenfeuchte verursachen (Abb. 3). Tracking-Systeme versuchen, diese Effekte durch intelligente Modulausrichtung zu verringern.

Wie kann zwischen PV-Modulen im Ackerbau effizient Ackerbau betrieben werden?

Die effiziente Bewirtschaftbarkeit zwischen PV-Modulen hängt wesentlich vom Verhältnis des Modulreihenabstands zur Maschinenbreite ab. Empfehlenswert sind Feldstreifenbreiten von mindestens 12 m mit 6 m Maschinenbreite. Mit einem zusätzlichen Abstand von 1 - 1,5 m zu den Aufständern ist die Bewirtschaftung nach kurzer Lernphase nicht aufwändiger als ohne APV. Werden die Reihenabstände geringer, nehmen sowohl Verschattung als auch der Bewirtschaftungsaufwand zu; einerseits durch beengten Bedingungen, aber auch aufgrund nicht optimaler Maschinen- und Gerätebreiten. Teilweise ist eine doppelte Befahrung notwendig; etwa bei 9 m Bewirtschaftungsbreite bei 6 m breiten Geräten.

Bei Tracking-Systemen können die Module bei der Bewirtschaftung weggedreht werden, dennoch müssen Bauhöhe und Arbeitsbreite von Erntemaschinen bei der Planung berücksichtigt werden. Bei eingezäunten Anlagen ist auch die Gestaltung der Randbereiche entscheidend: Für Wende- und Rangiermanöver sind mindestens 18 m Wendebreite erforderlich. Ohne Zaun kann der Flächenbedarf sinken, wenn das Ausfahren auf angrenzende Feldwege möglich ist.

Welche Ackerbau-Kulturen können in einer APV-Anlage angebaut werden?

Die Eignung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen für APV hängt stark von regionalen Klimabedingungen ab, aber auch Wetterextreme wie Dürreperioden oder Spätfröste haben einen bedeutenden Einfluss. Das Muster- und Leuchtturmprojekt Photovoltaik – EWS Sonnenfeld zeigte, dass lichtbedürftige Kulturen wie Hirse empfindlich auf Beschattung reagieren: mit geringeren Reihenabständen sinken Ertrag sowie Wuchsschnelligkeit sowie -höhe, besonders nahe der Module. Bei Winterweizen hingegen sind die Erträge der APV-Varianten auf dem Niveau der Kontrollfläche, mit Wachstumsvorsprung im Frühjahr.

Grundsätzlich verbessern größere Modulreihenabstände die Bewirtschaftbarkeit, führen zu homogenerem Wachstum und vergleichbaren mikroklimatischen Verhältnissen zur Kontrollfläche. Ob engere Modulreihenabstände tolerierbar sind, hängt stark von Kultur und Witterung ab. Gleichzeitig kann APV bei Ertragsausfällen durch Extremwetterereignisse zur Einkommenssicherung beitragen und landwirtschaftliche Betriebe wirtschaftlich stabilisieren. Da der PV-Ausbau auch auf Agrarflächen notwendig ist, hohe Überdeckungen im Ackerbau aber häufig zu stärkeren Ertragseinbußen führen, sind größere Modulabstände oft die langfristig sinnvollere Lösung.

In APV-Systemen entsteht ein Spannungsfeld zwischen der Maximierung des Stromertrags, Landwirtschaft und ökologischen Zielsetzungen. Die räumliche Anordnung der Module bestimmt, wie diese Ziele vereinbar sind. APV-Systeme müssen eine agronomisch und ökonomisch tragfähige Bewirtschaftung ermöglichen. Nicht bewirtschaftete Bereiche, etwa unter den Modulen, können gezielt mit standortangepassten Blüh- und Habitatstrukturen als Biodiversitätsmaßnahmen gestaltet werden.

Geeignete regulatorische Rahmenbedingungen können Landwirtschaft und Biodiversität langfristig sichern. Eine Begrenzung der installierten Leistung pro Fläche bei gleichzeitig größeren genehmigten Anlagenflächen würde den Fokus auf maximale Stromproduktion reduzieren und Landwirtschaft sowie Biodiversität stärker in die Planung integrieren.



Abb. 3. Bodenfeuchte bei Tracking-Systemen. Trockenheit unter den Paneelen und Verschlämmung im Bereich der Abtropfkante.

Dieses Factsheet wurde im Rahmen des BOKU-Forschungsprojekts SoLAgri erstellt. Das Projekt SoLAgri - Energiewende als biodiversitätsförderndes landwirtschaftliches Wertschöpfungsmodell - Ökosystem Agriphotovoltaik wird im Rahmen des Ressortforschungsprogramms über [dafne.at](https://www.ise.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/solkraftwerke-und-integrierte-photovoltaik/integrierte-photovoltaik/agri-photovoltaik-agri-pv/jcr:content/stage/stageParsys/stage_slide_copy_copy_1826192137/image.img.jpg) mit Mitteln des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft finanziert. Das BMLUK unterstützt angewandte, problemorientierte und praxisnahe Forschung im Kompetenzbereich des Ressorts.

Bildquellennachweis:

Abb. 1: Fix © Michael Obriejetan; Tracking © BOKU-ATEC; Vertikal ©: https://www.ise.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/solkraftwerke-und-integrierte-photovoltaik/integrierte-photovoltaik/agri-photovoltaik-agri-pv/jcr:content/stage/stageParsys/stage_slide_copy_copy_1826192137/image.img.jpg

Abb. 2 & Abb. 3: © BOKU-ATEC