

Agri-Photovoltaik

Doppelnutzung agrarischer Flächen

Theresa Krexner, Iris Kral, Alexander Bauer - Institut für Landtechnik;
 Christian Mikovits, Johannes Schmidt, Martin Schönhart, Erwin Schmid - Institut für Nachhaltige Wirtschaftsentwicklung;
 Kim Ressar, Thomas Schauppenlehner - Institut für Landschaftsentwicklung, Erholungs- und Naturschutzplanung
 Universität für Bodenkultur Wien

Agri-Photovoltaik (APV) beschreibt die zeitgleiche Nutzung landwirtschaftlicher Flächen zur Produktion von landwirtschaftlichen Produkten sowie zur Stromerzeugung mittels PV-Modulen. Diese Kombination kann den Konflikt um die Verwendung von Agrarflächen (PV-Freiflächenanlagen vs. Landwirtschaft) entschärfen und eine ressourceneffiziente Lösung darstellen. Einerseits kann Agri-Photovoltaik in bestehende, landwirtschaftliche Gebäude integriert werden, andererseits ist eine Kombination mit Acker-/Gemüse-/Feldfutterbau, aber auch mit Sonderkulturen (Obst-/Weinbau) und Dauergrünland möglich [1].

Wie kann Agri-Photovoltaik in der Landwirtschaft umgesetzt werden?

Auf Ackerflächen bestehen - abhängig von der landwirtschaftlichen Nutzung - verschiedene Implementierungsansätze. Eine Variante besteht in einer Aufständigung von PV-Modulen auf dem Boden, wobei die landwirtschaftliche Nutzung zwischen den PV-Modulreihen stattfindet (Abbildung 1 - A + B). Eine andere Möglichkeit sind Lösungen, bei der PV-Module, je nach Anwendung in 2 - 8m Höhe, auf einer (Stahl-)Konstruktion montiert werden und die Bewirtschaftung unter den Modulen stattfindet (Abbildung 1 - C). Die Reihenabstände sind sowohl bei der Boden-, als auch bei der Überkopfmontage an die jeweilige Bewirtschaftung und somit an die Durchfahrtsbreiten der dafür benötigten landwirtschaftlichen Maschinen und Geräte angepasst. Bei einer Überkopfmontage sind zusätzlich auch die Durchfahrts Höhen zu beachten [2]. Besonders im Obst- und Weinbau und anderen Sonderkulturen kann durch eine entsprechende Ausgestaltung der Konstruktion auch ein teilweiser Schutz vor Regen, Hagel und Wind realisiert werden, wodurch die APV-Anlagen einen Einsatz von z.B. Hagelschutznetzen reduzieren können [1].



Abb. 1: Vertikal aufgestelltes bi-faziales APV-System (A), am Boden aufgeständertes tracking APV-System (B), aufgeständertes APV-System (C)

Welches Potenzial hat Agri-Photovoltaik in Österreich und welche Rolle spielt diese Technologie bei der Energiewende?

Die im Sinne der Dekarbonisierung unseres Energiesystems zunehmende Elektrifizierung vieler Sektoren, (z.B. Mobilität und Wärme) erfordert entsprechende Lösungen zur Produktion nachhaltigen Stroms. Photovoltaik ist in diesem Zusammenhang eine Schlüsseltechnologie, da sie neben Windenergie eine weitere CO₂-arme Form der Stromerzeugung ist, die auch in Österreich weiter ausgebaut werden kann. In der aktuellen politischen und gesellschaftlichen Debatte spielt insbesondere der Ausbau der Stromerzeugung auf versiegelten Flächen und Dächern eine zentrale Rolle, mit der die Energieziele bis 2030 allerdings nicht erreicht werden. Obwohl österreichische Dach- und versiegelte Flächen ein technisches Potential von über 15 TWh aufweisen, können von den benötigten 11 TWh/a bis 2030 [3] nur ca. 4 - 4,5 TWh/a von diesen Flächen beigesteuert werden, wenn man die mögliche Ausbaugeschwindigkeit und Limitationen im Verteilnetz berücksichtigt [4]. Bis 2050 muss die Stromerzeugung aus Photovoltaik noch einmal sehr stark steigen, um die erneuerbaren Ausbauziele zu erreichen bzw. den weiter steigenden Strombedarf decken zu können. Daher ist Freiflächenphotovoltaik notwendig, um einerseits die benötigten Strommengen bereitzustellen zu können und um andererseits unabhängig von (fossilen) Energieimporten zu werden. In Tabelle 1 wird im oberen Abschnitt ein Überblick über Ergebnisse verschiedener Studien gegeben, welche die für die Klimaziele in Österreich benötigten Strommengen aus PV inkl. Bestand bis 2030 bzw. 2050 ermittelten. Diese werden im unteren Abschnitt in Relation zu den in [4] ermittelten verfügbaren Dachflächen und der daraus resultierten Nachfrage nach Freiflächen-PV gesetzt [5].

Tabelle 1: Vergleich PV-Ausbauszenarien

Quelle	Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz [3]	Umweltbundesamt [6]	NGOs [7]	Auer et al. [8]	Jacobson et al. [9]
Jahr	2030	2050	2050	2050	2050
Ziel Strommenge aus PV inkl. Bestand (TWh/a)	12,7	23,4	33,0	50,0	111,0
Potenzial Dachflächen (TWh/a)	4-4,5			10-16	
Flächenbedarf PV (km²) [5]	126	229	413	742	1958
Anteil alle landw. Flächen (%) [5]	0,40	0,73	1,32	2,37	6,26
Anteil Grünlandfläche (%) [5]	1,08	1,95	3,53	6,34	12,91
Anteil Gemüsefläche (%) [5]	3,94	7,15	12,91	23,21	61,21

Welche Umweltauswirkungen verursacht Agri-Photovoltaik?

Forschungsergebnisse über die Umweltauswirkungen von Agri-Photovoltaik sind aufgrund der Neuheit dieses Themas kaum vorhanden. Eine an der BOKU durchgeführte Ökobilanzierung verglich die Umweltauswirkungen (in Form des Treibhausgaspotenzials) einer rein landwirtschaftlichen Nutzung (Kartoffelanbau) mit einer PV-Freiflächenanlage sowie einer Kombination beider Nutzungsformen (APV mit vertikal aufgestellten bi-fazialen PV-Modulen und Kartoffelanbau zwischen den Modulreihen). Um einen fairen Vergleich sicherzustellen, muss in jedem Szenario derselbe Output generiert werden. Im PV-Szenario wird also zusätzlich der reine Kartoffelanbau in Österreich untersucht, im Kartoffel-Szenario wird einerseits die zusätzliche Stromerzeugung in Österreich, andererseits die PV-Stromerzeugung untersucht. Die Ergebnisse zeigten, dass Agri-Photovoltaik ein Treibhausgas-Einsparungspotenzial von 44-54% gegenüber einem reinen Kartoffelanbau und 13-15% gegenüber einer PV-Freiflächenanlage besitzt (Abb. 2). Es ist jedoch festzuhalten, dass dies erste Ergebnisse von nur einer Testanlage sind, weshalb hier weiterer Forschungsbedarf herrscht, um valide Potenziale für Österreich erheben zu können [10].

Welche Auswirkungen hat Agri-Photovoltaik auf Erträge und ökonomische Parameter?

Agri-Photovoltaik kann, je nach Standort und Kulturpflanze, sowohl positive als auch negative Einflüsse haben. So kann der Ertrag von lichtliebenden Pflanzen (z.B. Mais, Weizen) sinken, der von schattentoleranten (z.B. Kartoffeln, Salat, Spinat) unter der moderaten Beschattung von PV-Modulen im Gegensatz zum normalen Feldanbau aber auch ansteigen [9]. Weiters können Hitzestress und der Bewässerungsbedarf in besonders heißen und trockenen Monaten sowie in ariden Gebieten verringert werden [10]. Dies wurde bereits in einer Versuchsanlage in Deutschland (Fraunhofer Institut ISE: APV Resola Projekt) gezeigt [1]. Die Produktion von Strom aus Agri-Photovoltaik bedingt tendenziell höhere Kosten, welche vorwiegend durch die Aufständungen, Sondermodule (bi-faziale oder semitransparente Module) sowie nicht optimale Ausrichtung (reduzierte Nutzung der solaren Strahlung) entstehen. Ist die doppelte Flächennutzung gewollt, müssen daher Agri-Photovoltaikanlagen gegenüber konventionellen Freiflächenanlagen gefördert werden. Dies kann z.B. über eine eigens ausgelegte Tarifstruktur erfolgen.

Welche Faktoren beeinflussen die soziale Akzeptanz von APV?

Obwohl Photovoltaik die erneuerbare Energie-Technologie mit der höchsten Akzeptanz ist, findet der Ausbau auf Grün- und Ackerland nur bei gut einem Drittel der Bevölkerung Zuspruch [13]. Dieser wird aber unerlässlich sein um die Ausbaupläne von 11 TWh bis 2030 zu realisieren. Damit rückt die bereits bekannte „Tank-Teller-Diskussion“, also die Flächenkonkurrenz um den Anbau von Nahrungs-/Futtermitteln und Energiepflanzen zur Herstellung von Bioenergie [14], ins Zentrum der Auseinandersetzung. Die damit einhergehende Technisierung der Landschaft kann maßgebliche, negative Auswirkungen auf individuelle Erholungs- und Freizeitaktivitäten wie auch auf touristische Nutzungen haben und zur Verringerung von Akzeptanz führen. Agri-Photovoltaik verspricht zwar eine synergetische Flächennutzung, es bestehen aber vielfach Bedenken hinsichtlich der tatsächlichen Ausgestaltung und Funktionsweise in Österreich. Forschung in diesem Themenfeld setzt sich daher mit den Motiven der sozialen Akzeptanz auseinander, untersucht Auswirkungen auf das Landschaftsbild und identifiziert Konflikte mit möglichen konkurrierenden Nutzungsansprüchen. Dies umfasst auch neue Formen der Einbindung von Bürger*innen und Ansätze zur Visualisierung und Kommunikation dieser Landschaftsveränderungen [15].

Referenzen:

1. Fraunhofer ISE, Agri-Photovoltaik: Chance für die Landwirtschaft und Energiewende. 2020: Freiburg.
2. Dinesh, H. and J.M. Pearce, The potential of agrivoltaic systems. Renewable & sustainable energy reviews, 2016. 54: p. 308.
3. BGG, Bundesgesetz über den Ausbau von Energie aus erneuerbaren Quellen (Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz – EAG). 2021.
4. Fechner, H., Ermittlung des Flächenpotentials für den Photovoltaik-Ausbau in Österreich: Welche Flächenkategorien sind für die Erschließung von besonderer Bedeutung, um das Ökostromziel realisieren zu können. Endbericht: Wien, Österreich, 2020: p. 27.
5. Mikovits, C., et al., A Spatially Highly Resolved Ground Mounted and Rooftop Potential Analysis for Photovoltaics in Austria. ISPRS international journal of geo-information, 2021. 10.
6. Krutzler, T., et al., Szenario erneuerbare Energie 2030 und 2050. 2016, Umweltbundesamt: Wien.
7. Veigl, A., Energie- und Klimazukunft Österreich-Szenario für 2030 und 2050. 2017, Global 2000, Greenpeace, WWF: Wien.
8. Auer, H., et al., Development and modelling of different decarbonization scenarios of the European energy system until 2050 as a contribution to achieving the ambitious 1.5° C climate target - establishment of open source/data modelling in the European H2020 project openENTRANCE. Elektrotechnik und Informationstechnik, 2020. 137: p. 358.
9. Jacobson, M.Z., et al., 100% Clean and Renewable Wind, Water, and Sunlight All-Sector Energy Roadmaps for 139 Countries of the World. Joule, 2017. 1: p. 121.
10. Kral, I., et al., Life Cycle Assessment of an agrivoltaic test facility in Austria [poster], in AgriVoltaics2021 conference. 2021.
11. Beck, M., et al. Combining PV and Food Crops to Agrophotovoltaic—Optimization of Orientation and Harvest. 2012.
12. Marrou, H., et al., Microclimate under agrivoltaic systems: Is crop growth rate affected in the partial shade of solar panels? Agricultural and forest meteorology, 2013. 177: p. 117-132.
13. Alpe Adria Universität Klagenfurt, et al., Erneuerbare Energien in Österreich: Das jährliche Stimmungsbarometer der österreichischen Bevölkerung zu erneuerbaren Energien. 2021.
14. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Food Insecurity in the World: High food prices and food security - threats and opportunities. 2008.
15. Späth, L., Large-scale photovoltaics? Yes please, but not like this! Insights on different perspectives underlying the trade-off between land use and renewable electricity development. Energy policy, 2018. 122(ISSN: 0301-4215): p. 437.

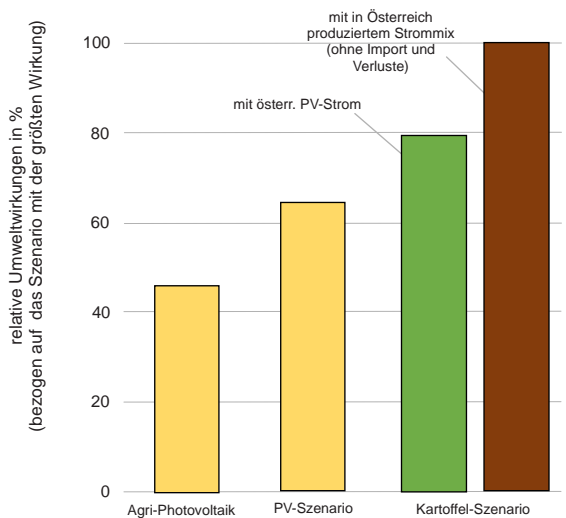


Abb. 2: Treibhausgaspotenzial einer APV-Anlage verglichen mit reiner PV-Nutzung bzw. reinem Kartoffelanbau (BOKU-ILT)

Bildquellenachweis:

Abb.1: Next2Sun, EWS Sonnenfeld, Hofgemeinschaft Heggelbach,
Abb. 2: BOKU-ILT

Impressum:
BOKU-Energiecluster, Universität für Bodenkultur Wien
Koordination:
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Gernot Stöglehner
Peter-Jordan Straße 82, A - 1190 Wien
energiecluster@boku.ac.at
https://boku.ac.at/boku-energiecluster
Stand: Juni 2022
ISSN 2791-4143 (Online)
DOI 10.5281/zenodo.7428431