

PA³C³ - Potenzialanalyse der Agri-Photovoltaik in Österreich im Kontext des Klimawandels

Projektteam: Institut für Landtechnik: Alexander Bauer, Theresa Krexner, Iris Kral; Institut für Nachhaltige Wirtschaftsentwicklung: Christian Mikovits, Johannes Schmidt, Martin Schönhart, Institut für Landschaftsentwicklung, Erholungs- und Naturschutzplanung: Thomas Schauppenlehner
Kontakt: alexander.bauer@boku.ac.at

Österreich hat das ehrgeizige Ziel bis 2030 100% des gesamten nationalen Stromverbrauchs (in der nationalen Bilanz) durch erneuerbaren Strom zu decken, was einen zusätzlichen Ausbau erneuerbarer Energien um 27 TWh pro Jahr bedeutet. Mit 11 TWh pro Jahr soll der überwiegende Teil durch Photovoltaik (PV) erbracht werden [1], was ein entsprechenden Flächenbedarf und damit Nutzungskonkurrenzen mit sich bringt. Die in der letzten Regierungsklausur im Jänner 2023 beschlossene Offensive für den Ausbau von PV-Anlagen beinhaltet zwar das Wegfallen der Genehmigungspflicht von PV-Anlagen auf versiegelten Flächen, womit eine Entschärfung der Flächenkonkurrenz erreicht werden soll. Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass auch ein Ausbau auf Agrarflächen zur Erreichung der 2030- und vor allem der 2040-Ziele der Klimaneutralität unbedingt erforderlich ist [2,3]. Die Verwendung landwirtschaftlicher Flächen ist jedoch kontrovers, vor allem wegen des Nutzungskonflikts zwischen Nahrungs-/Futtermittel und Energieerzeugung. Eine Lösung, um diese konkurrierenden Interessen abzumildern, ist die Agri-Photovoltaik (Agri-PV, APV), d.h. die kombinierte Nutzung von landwirtschaftlichen Flächen für die Nahrungs- und Futtermittelproduktion (Primärnutzung) und die Stromerzeugung durch PV-Module (Sekundärnutzung).

Da in Österreich bisher nur wenig Forschung zu APV betrieben wurde, ist es das Ziel des PA³C³-Projekts, die Potenziale und Chancen von APV-Systemen in Österreich in einem interdisziplinären Ansatz zu evaluieren, indem techno-ökonomische, ökologische und soziale Aspekte in einem integrierten Modellierungsrahmen berücksichtigt werden. Im Rahmen des Projekts werden aufgeständerte APV-Systeme (S-APV) ohne Nachführung, aufgeständerte Systeme mit Nachführung und vertikale bifaziale Systeme (VB-APV) bewertet.

Um abschätzen zu können, wie sich Erträge in der Landwirtschaft durch die Beschattung von PV Anlagen ändern, wurden die landwirtschaftliche Erträge auf 1 km² Auflösung für ganz Österreich für landwirtschaftliche Flächen mit und ohne Agri-PV simuliert, wobei Sonneneinstrahlungsverluste aufgrund von Abschattungen durch PV-Anlagen berücksichtigt wurden. In Folge wurden die Verluste an Deckungsbeiträgen aufgrund der verringerten Pflanzenproduktivität mit den Einnahmen aus PV-Strom verglichen. Dieser Ansatz ermöglicht eine Einstufung der Flächen nach ihren landwirtschaftlichen und Stromerzeugungspotenzialen. Die Simulation der PV-Leistung basiert auf der zeitlichen Herunterskalierung von Sonneneinstrahlungswerte in den Zeiträumen 1981-2020 und 2031-2070 aus den CCCA ÖKS 15 Klimamodellen und der Bestimmung der Beschattung von PV-Paneelen (und Kulturen) unter Verwendung einer 10m x 10m großen digitalen Höhenkarte. Die PV-Leistung wird mit pvlb [4] simuliert.

Die Ergebnisse zeigen, dass zum Erreichen des erneuerbaren Ausbauziels bis 2030 nur 2,5-3 % von insgesamt etwa 4700 km² geeigneter Ackerfläche mit dem S-APV-System und 4-5 % mit dem VB-APV-System benötigt würden. Die landwirtschaftlichen Produktionsverluste auf Grund von Flächenverlusten betragen bei S-APV 8 % und bei VB-APV 12 %. Beschattungsverluste sind für weitere 22-32% (S-APV) und 14-18 % (VB-APV) an Produktionsrückgängen verantwortlich. Nahezu unabhängig von den Energie- oder Erntepreisen sind finanzielle Einbußen für die Landwirte nicht zu erwarten, da das Einkommen aus der Energieerzeugung das Zehnfache des Gewinns aus der landwirtschaftlichen Produktion beträgt, mit einem Maximum von 2.500 € pro Jahr und Hektar. Insgesamt sprechen

die Ergebnisse für die Installation von APV-Systemen auf weniger produktiven und rentablen landwirtschaftlichen Flächen.

Im Projekt wurden auch die Umweltauswirkungen von S- und VB-APV Systemen mit der Methode der Ökobilanzierung (LCA) bewertet und mit einer einfachen Nutzung von Agrarflächen verglichen: (i) eine fortgesetzte landwirtschaftliche Produktion (Agri-only) und (ii) eine vollständige Substitution der Landwirtschaft durch eine PV-Freiflächenanlage (PV-only). In der Bewertung der Szenarien wurden die Systemgrenzen so gesetzt, dass die Beschaffung der Rohstoffe und die Produktion bis inklusive der Nutzungsphase untersucht werden, die End-of-Life Phase (z.B. Recycling) ist nicht miteinbezogen. Um einen objektiven Vergleich zu ermöglichen, müssen in jedem Szenario die gleichen Outputs erzeugt werden. Daher wird der methodische Ansatz der Systemerweiterung verwendet: Im Szenario " Agri-only" wird daher eine zusätzliche Produktionskette für Strom (entweder österreichischer Produktionsmix oder Ökostrommix) implementiert, während im Szenario "PV-only" eine Produktionskette für die landwirtschaftliche Güter erforderlich ist. Insgesamt werden 9 Wirkungskategorien (z.B. Treibhausgaspotenzial (THG)) bewertet.

Die Ergebnisse zeigen, dass das VB-APV-Szenario in allen bewerteten Wirkungskategorien geringere Umweltauswirkungen hat als das S-APV-Szenario. Ein Hotspot in beiden APV-Szenarien ist die PV-Modulproduktion in China, aufgrund des hohen Strombedarfs und der Auswirkungen für die Herstellung von Silizium, im S-APV-Szenario weiters die Aufständigung, insbesondere aufgrund des hohen Stahlbedarfs und der damit verbundenen Umweltauswirkungen. Beim Vergleich des „Agri-only“-Szenarios mit österreichisch produziertem Strom mit beiden APV-Systemen ist eine Reduktion der Umweltauswirkungen in drei Wirkungskategorien möglich. Insgesamt schneidet das VB-APV-Szenario bei der Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit besser ab als das S-APV-Szenario.

Die Ergebnisse der Potenzialberechnungen wurden mit Hilfe eines räumlichen Planspiels (Serious-Game-Ansatz) zum APV-Ausbau in zwei ausgewählten Fallstudiengemeinden verwendet, um die Auswirkungen potenzieller Ertragsverluste, Einkommen aus der Energieerzeugung und Auswirkungen auf die Landschaft im Hinblick auf die soziale Akzeptanz zu bewerten. Vertreten waren dabei lokale Interessenvertreter aus Landwirtschaft, Verwaltung und Planung, die in einem ersten Schritt potenzielle Gebiete für einen APV Ausbau auf Gemeindeebene identifizierten und in einem konkreteren Planungsschritt die visuellen Auswirkungen verschiedener APV-Systeme mithilfe von interaktiven 3D-Visualisierungen und VR-Brillen bewerteten.

Hinsichtlich der sozialen Akzeptanz und der Auswirkungen auf die Landschaft gab es zwar große Zustimmung für die APV, vor allem im Hinblick auf ihre mögliche Doppelnutzung, die Auswirkungen auf das Landschaftsbild sowie der Erholungsfunktion wurden aber besonders bei den hohen Überkopfanlagen oder großflächigen Installationen in Siedlungsnähe kritisch betrachtet. Besonders wichtig im Planspiel war daher eine entsprechende Distanz zum Siedlungsraum sowie die Nutzung von Flächen entlang bestehender Infrastruktur (z.B. Straßen, Stromleitungen, Windräder) sowie die vorrangige Nutzung von geringwertigen Ackerflächen. In beiden Fallstudiengemeinden wurden die auf kommunaler Ebene berechneten Ziele für 2030 erreicht. In einer von ihnen wurden auch die 2040-Ziele durch eine intensive Konzentration von APV-Anlagen in einer agrarisch geringwertigen Randregion erreicht.

Grundsätzlich zeigen die Ergebnisse des Projekts auf, dass mittels APV die Flächennutzungskonkurrenz auf agrarischen Flächen reduziert werden kann. Um die Klimaziele 2030 zu erreichen, sind dafür je nach System rund 20,000 Hektar nötig. Zudem sichert das zweite Einkommen aus der Stromproduktion in APV-Systemen das Überleben der Landwirt*innen ab. Aus Sicht der Nachhaltigkeitsbewertung wird eine Reduktion von Umweltwirkungen gegenüber einer einfachen Landnutzung ermöglicht, weiters erhält APV tendenziell Zustimmung aufgrund der Doppelnutzung, die genauen Standorte und der Einfluss

der APV-Anlagen auf das Landschaftsbild haben jedoch großen Einfluss. Neben der vielen positiven Aspekte und Synergieeffekten benötigt es aber besonders bei gesetzlichen Rahmenbedingungen und möglicher Förderungen für APV in Österreich eine Nachschärfung.

Quellen:

- [1] BGB, 2021. Bundesgesetz über den Ausbau von Energie aus erneuerbaren Quellen (Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz – EAG), Fassung vom 14.02.2022 ed.
- [2] Fechner, H., 2020. 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, 27.
- [3] Mikovits, C., Schauppenlehner, T., Scherhauser, P., Schmidt, J., Schmalzl, L., Dworzak, V., Hampl, N., Sposato, R.G., 2021. A Spatially Highly Resolved Ground Mounted and Rooftop Potential Analysis for Photovoltaics in Austria. ISPRS international journal of geo-information 10. <https://doi.org/10.3390/ijgi10060418>
- [4] Holmgren, F., Hansen, C., Mikofski, M., 2018. pvlib python: a python package for modeling solar energy systems. Journal of Open Source Software, 3(29), 884, <https://doi.org/10.21105/joss.00884>