

# FLÄCHEN DOPPELT NUTZEN

## AGRI-PV GEGEN VORANSCHREITENDE DESERTIFIKATION



Foto: Fraunhofer ISE

Agri-PV in Kressbronn am Bodensee: Die PV-Anlage ist in einer bestehenden Apfelplantage integriert und Teil des Forschungsprojekts „Modellregion Agri-Photovoltaik Baden-Württemberg“

Nach Angaben des Wissenschaftlichen Diensts des Europäischen Parlaments haben fast die Hälfte der EU-Mitgliedstaaten erklärt, dass ein Teil ihrer Landesfläche von Wüstenbildung betroffen ist. Hierbei handelt es sich um die Länder Bulgarien, Kroatien, Griechenland, Italien, Lettland, Malta, Portugal, Rumänien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Ungarn und Zypern [1]. Agri-PV-Anlagen können dabei helfen, den Prozess der Desertifikation zu bewältigen. Agri-PV bezeichnet die doppelte Nutzung landwirtschaftlicher Flächen: für die Stromerzeugung und die Nahrungsmittelproduktion. Das Prinzip wurde in den 1980er Jahren erstmals beschrieben, inzwischen ist es keine Nische mehr. Nach Angaben des Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE wurden weltweit bis 2020 um die 14 GWp installiert [2]. In China wird in diesem Sinne viel getan, aber auch in Europa, insbesondere in Deutschland, Frankreich und Italien. Zwei Argumente rechtfertigen diese Tendenz: Einerseits wird die Flächenkonkurrenz reduziert, andererseits erweist sich die Bodenregeneration durch die Verschattung durch Photovoltaikmodule als eine geeignete Maßnahme. Flächen, die in Frage kommen, reichen vom Anbau von Acker- und Sonderkulturen bis hin zu extensiver Beweidung. Eine besondere Anwendung bezieht sich auf die Nutzung in semi-ariden und ariden Gebieten. Wie sollen die PV-Anlagen für solche Anwendungen geplant und gebaut werden? Welcher Pflanzenanbau eignet sich gut? Die Antworten auf solchen Fragen bedürfen eines hohen Aufwands an Abwägungen und Berechnungen. Einige Projekte wurden in ariden Gebieten realisiert.

### Projekte in afrikanischen Ländern

Das Fraunhofer ISE ist seit langem in der Forschung tätig und untersucht das Potential und die technische Machbarkeit von Agri-PV-Systemen für aride Gebiete.

Es ist am EU-Projekt „WATERMED4.0 – Intelligente Technologien zur Verbesserung der Qualität und Sicherheit der Landwirtschaft im Mittelmeerraum“ beteiligt. Dieses Forschungsprojekt zielt darauf ab, die semi-ariden mediterranen Regionen durch Einsatz angepasster PV-Technik zu schützen. Etwa in Algerien wurde untersucht, inwiefern die Beschattung durch PV-Module den Bewässerungsbedarf der darunter befindlichen landwirtschaftlichen Kulturen positiv beeinflussen kann. Die vorhandenen Wasserressourcen und der Wasserbedarf wurden als ein Gesamtwasserkreislauf betrachtet. Es wurde hier eine spezifische Konstruktion zur Aufständigung der PV-Module eingesetzt und der PV-Strom für das Wasseraufbereitungssystem genutzt.

Im Projekt „APV-MaGa – Agrivoltaics for Mali and Gambia: Sustainable Electricity Production by Integrated Food, Energy and Water Systems“ ging es um eine dreifache Landnutzung. Untersucht wurden der Anbau von Nahrungsmitteln, die Produktion von Solarstrom sowie Regenwassergewinnung und -speicherung. Dazu wurden insgesamt fünf Demonstrationsanlagen installiert: eine in Mali und vier in Gambia, angepasst an die jeweiligen Standorte. In Mali ging es darum, dass die PV-Regenwassergewinnung saisonale Schwankungen der Niederschläge ausgleicht. In Gambia sollte außer der Kombination von Regenwassernutzung für bewässerten Reisanbau auch die Nutzung von Solarstrom im Mittelpunkt stehen – für unterschiedliche Vororte, in denen Wasserpumpen, Getreidemöhlen oder Kühlkammern genutzt werden. Zudem geht es um Finanzierungsmodelle für kleine bis mittelgroße Farmen. Das Projekt hat gezeigt, dass mehr Regenwasser unter den Modulen einer dafür speziell angepassten PV-Anlage gesammelt und effizienter genutzt wird.

### Projekte in Deutschland

Forschende der Universität Hohenheim haben sich mit dem Potenzial beschäftigt, Solarstrom zu produzieren und parallel dazu Kulturpflanzen vor Extremwetter-

ereignissen zu schützen. Die erste Agri-PV-Pilotanlage Deutschlands wurde auf der Fläche der Hofgemeinschaft Heggelbach in Baden-Württemberg gebaut. Die Agri-PV kann in Trockenregionen dazu beitragen, Pflanzen vor der Auswirkung von Dürre zu schützen.

„Noch fehlt es allerdings an detailliertem, fundiertem Wissen über die Beziehungen zwischen den unterschiedlichen Formen der Agri-Photovoltaik und den Reaktionen der verschiedenen Pflanzen“ beschreibt Lisa Pataczek den Stand des Forschungsbedarfs. Solche Reaktionen beschränken sich nicht nur auf die Wasserversorgung, erklärt die wissenschaftliche Mitarbeiterin der Uni Hohenheim [3].

### Projekte in Israel

60 % der Landesfläche Israels sind Wüsten, die restliche Fläche ist semiarid, vor allem im Sommer. Bei der Erprobung der Nutzung von Agri-PV in der Negev-Wüste wurde die Anpflanzung flacher Deckfrüchte in den Zwischenräumen zwischen den Reihen und unter den Solarpaneelen modifiziert. Dadurch sank der Verbrauch für die Bewässerung während der ersten Pflanz- und Wachstumsphase um 24 bis 30 %, je nach Kulturpflanze. Die Temperatur der PV-Module war in den bepflanzten Testparzellen bis zu 4,5 °C niedriger, was zu einer Steigerung der Stromproduktion um 1,2 % im Sommer führte [4].

Das acht Hektar große „Ketura Sun“ PV-Projekt in der Negev-Wüste wurde mit einem innovativen Roboterreinigungsprozess ausgestattet. Für die Reinigungsarbeiten wird kein Wasser benötigt. Stattdessen arbeiten jede Nacht hundert zentral gesteuerte E4-Roboter an den Paneelen, indem sie Mikrofaser und einen kontrollierten Luftstrom verwenden, um Schmutz von den Paneelen zu entfernen. Die Roboter bewegen sich entlang eines starren Aluminiumrahmens mit Rädern, die mit Polyurethan beschichtet sind. Die Oberfläche der Solarmodule wird nicht belastet [5].

Seit 2022 fördert die israelische Regierung mit 50 Millionen US-Dollar 120 Agri-PV-Pilotprojekte, mit einer Gesamtleistung von 100 MWp [6]. Erprobt werden diese auf Flächen auf denen auch Obstbäume mit Äpfeln oder Kirschen wachsen. Dadurch werden Erfahrungen

gesammelt, die für die Region nützlich sind.

## China

In den letzten zehn Jahren hat China zahlreiche Forschungen zu Agri-PV-Anwendungen durchgeführt und mit verschiedenen Projekten auf sehr großen landwirtschaftlichen Flächen experimentiert. Die größte Anwendung in diesem Sinne ist der 2014 gestartete 640-MWp-Solarpark im Binhe New District auf einer Fläche von 107 km<sup>2</sup>. Dieser soll auf bis zu 1 GWp erweitert werden. Um einer fortschreitenden Degradierung des Bodens vorzubeugen, erfolgte zunächst der Anbau von Luzerne. Diese wurde nach der Installation der PV-Technik durch eine Goji-Plantage ersetzt. Die PV-Module haben die Verdunstung in nur wenigen Jahren um 30 bis 40 % vermindert und die Vegetationsbedeckung um 85 % erhöht [7]. Bis Ende 2020 erzeugten diese PV-Kraftwerke 4,31 Milliarden kWh [8].

## USA

Jordan Macknick, leitender Analyst beim National Renewable Energy Laboratory in den USA, nennt fünf generelle Schlüsselbedingungen, die alle Agri-PV-Projekte erfüllen sollen [9].

Erstens, „müssen die Klima- und Umgebungsbedingungen dazu in der Lage sein, das Vegetationswachstum zu unterstützen“. Es geht hier um Gebiete, die von der Wüstenbildung oder -erweiterung bedroht sind. Zweitens, die Konfiguration: „Um ein ideales Mikroklima zu schaffen, muss eine angemessene Sonneneinstrahlung und Beschattung gewährleistet sein“. Hier geht es darum, einen optimalen Grad an Beschattung zu erreichen, der dem Wachstum und der Entwicklung der landwirtschaftlichen Kultur angemessen ist. Das ist abhängig von der Orientierung, Größe und Typ der gewählten PV-Module (etwa opake, semitransparente oder bifaziale Module), der Abstand zwischen den Modulreihen und die Implementierung von Nachführsystemen (Trackersysteme). Zusätzlich könnte das so erzeugte, ideale Mikroklima die Temperatur unter den Modulen senken und die Effizienz und Stromausbeute erhöhen. Drittens: „Die Methoden zur Pflanzenauswahl und Vegetationsbildung müssen an das veränderte Mikroklima angepasst werden, das durch die Technologiekonfiguration entsteht.“ Deckfrüchte wurden oft auf den ariden Böden getestet, wie etwa im Beispiel aus Israel. Saatfrüchte wie Gräser, Klee oder Luzerne sind für die Stickstofffixierung und für den Erosionsschutz gut geeignet. Zudem können als Hauptfrüchte Leguminosen und manche Getreidearten

gepflanzt werden. Das chinesische Beispiel Luzerne-Goji-Sträucher hat sich in der Praxis bewährt. Salate und weitere Pflanzen erhöhen im Schatten das Wachstum ihres oberirdischen Blattmaterials, das photosynthetisch aktiv ist. Regenwassergewinnung und -speicherung unterstützt das Wachstum und die Entwicklung ausgewählter Pflanzen.

Viertens, „muss die PV-Solaranlage kompatibel mit der landwirtschaftlichen Pflanzenpflege und den Erntemethoden sein“. Es geht hier um die Höhe und das Design von Unterkonstruktionen, der Abstand von PV-Modulreihen und Trackersystemen. Für den Pflanzenanbau auf ariden Böden wird im Allgemeinen eine Höhe von rund drei Metern für Unterkonstruktionen als angemessen betrachtet. Und Stahl ist das übliche Material der aktuellen Strukturen. Anstelle von Stahl werden auch nachwachsende Rohstoffe wie Holzfasern und Flachs erprobt. Beispielsweise gibt die Firma AgroSolar Europe GmbH an, dass Unterkonstruktionen aus Naturmaterialien um bis zu 90 % leichter als Strukturen mit Stahl sind [10].

Schließlich: „Zusammenarbeit und Partnerschaften im Energie- und Agrarsektor müssen dauerhaft und für beide Seiten vorteilhaft sein.“ Heutzutage gibt es in Europa zahlreiche nationale Agri-PV-Partnerschaften und Kooperationen zwischen Akteuren aus beiden Branchen, Energie und Landwirtschaft. Beide Sektoren sind an profitablen Agri-PV-Projekten interessiert, um diese gemeinsam zu entwickeln.

## Fazit

Agri-PV-Systeme sind in einem extrem trockenen Klima und in Ländern mit langen Dürreperioden am vielversprechendsten, da die Verschattung und die langsamere Verdunstung im Schatten den Wasserverbrauch verringern können. Parallel dazu können Agri-PV-Systeme die Möglichkeiten zur Stromerzeugung steigern und für viele Länder den nationalen Bedarf abdecken. Nach Angaben der dänischen Universität Aarhus beträgt das Potenzial der Agri-PV in Europa bis zu 51 TW. Unter Berücksichtigung, dass einige Länder bessere Bedingungen bieten als andere, könnte man eine potenzielle Gesamtkapazität von 71.500 TWh pro Jahr erzeugen, was 25-mal höher ist als der aktuelle Strombedarf des Kontinents [11].

## Quellen

- [1] Rachele Rossi, European Parliamentary Research Service; Briefing EU Parliament, 2020; „Desertification and agriculture“, [europarl.europa.eu/RegData/](https://europarl.europa.eu/RegData/)

[etudes/BRIE/2020/646171/EPRS\\_BRI\(2020\)646171\\_EN.pdf](https://etudes/BRIE/2020/646171/EPRS_BRI(2020)646171_EN.pdf).

- [2] Fraunhofer ISE; Bereich Agri-Photovoltaik; [ise.fraunhofer.de/de/leitthemen/integrierte-photovoltaik/agri-photovoltaik-agri-pv.html](https://ise.fraunhofer.de/de/leitthemen/integrierte-photovoltaik/agri-photovoltaik-agri-pv.html).
- [3] 22.05.2023, Pressemeldung der Universität Hohenheim; „Klimawandel: Agri-Photovoltaik-Anlagen schützen Pflanzen vor Dürre“; [uni-hohenheim.de/pressemitteilung?tx\\_ttnews%5Btt\\_news%5D=59022](https://uni-hohenheim.de/pressemitteilung?tx_ttnews%5Btt_news%5D=59022).
- [4] Prof. Evyatar Erell, Ben Gurion University, Israel  
„The effect of Surface cover Vegetation on the Microclimate and Power Output Solar, Photovoltaic Farm in the Desert“, Conference on Drylands, Deserts & Desertification, 2022.
- [5] 01.04.2014, Nancy Owano, „Negev desert solar field uses water-free robotic cleaning system“, [techxplore.com/news/2014-04-negev-solar-field-water-free-robotic.html](https://techxplore.com/news/2014-04-negev-solar-field-water-free-robotic.html).
- [6] 29.07.2023, Ulrich W. Sahn „Israelische Agrikultur-Photovoltaik auf der Überholspur“; [israelnetz.com/israelische-agrikultur-photovoltaik-auf-der-ueberholspur](https://israelnetz.com/israelische-agrikultur-photovoltaik-auf-der-ueberholspur).
- [7] 03.09.2020, Emiliano Bellini „Giant agrivoltaics project in China“; [pv-magazine.com/2020/09/03/giant-agrivoltaic-project-in-china](https://pv-magazine.com/2020/09/03/giant-agrivoltaic-project-in-china).
- [8] Huawei, „Smart Agrivoltaic Power Plant in Ningxia: Turning a Desert into an Oasis“; [huawei.com/en/sustainability/the-latest/stories/smart-agrivoltaic-power-plant-in-ningxia-en](https://huawei.com/en/sustainability/the-latest/stories/smart-agrivoltaic-power-plant-in-ningxia-en).
- [9] Jordan Macknick, National Renewable Energy Laboratory, „Agrivoltaics in Arid Environments: Keys to Successful Projects“, Conference on Drylands, Deserts & Desertification, 2022.
- [10] [agrosolareurope.de/die-presse-von-agrosolar-europe-zu-agri-pv/agrosolar-fibr-materialrevolution-in-der-agri-pv-branche](https://agrosolareurope.de/die-presse-von-agrosolar-europe-zu-agri-pv/agrosolar-fibr-materialrevolution-in-der-agri-pv-branche).
- [11] Kamran Ali Khan Niazi, Marta Victoria, „Comparative analysis of photovoltaic configurations for agrivoltaic systems in Europe“; das entwickelte Modell basiert auf Daten, die in Foulum (Dänemark) gewonnen wurden und auf ganz Europa extrapoliert wurden; <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pip.3727>.

## ZUM AUTOR:

► *Dipl.-Ing. Cornel Prodan*  
Prody Solar, Berlin

[office@prody-solar.de](mailto:office@prody-solar.de)