

Mehrwert durch Agri-PV

Energietagung Walbeck, 12. September 2024 – Andreas Schlumberger, Solar Cluster Baden-Württemberg

Agri-PV – die Grundlagen

Integrierte Lösung

Agri-PV eröffnet die gleichzeitige Nutzung landwirtschaftlicher Flächen zur Nahrungsmittelproduktion und solaren Stromerzeugung

Damit löst Agri-PV die Flächenkonkurrenz auf und steigert die Flächeneffizienz

Entscheidend: Die Abstimmung der Flächenanteile und eingesetzten Technologie je nach Lage und Kulturen bzw. Bewirtschaftung

Das technische Potenzial in Deutschland beträgt ca. **1.700 GW** (Fraunhofer ISE)

Agri-PV kann somit einen maßgeblichen Beitrag zur Energiewende leisten



Agri-PV – die Grundlagen

DIN SPEC 91434

- legt landwirtschaftliche Hauptnutzung fest, grenzt Agri-PV von Freiflächen-PV ab, die keine Doppelnutzung ermöglicht
- dient Gesetzgebern, Fördermittelgebern und Genehmigungsbehörden als Prüfgrundlage und definiert Qualitätsstandards für Bau, Betrieb sowie Wartung von Agri-PV-Anlagen
- Prüfverfahren sowie Zertifizierungsmöglichkeiten auf Grundlage dieser DIN SPEC geplant



Agri-PV – die Grundlagen

DIN SPEC 91492

„Agri-Photovoltaik-Systeme – tierhaltungsspezifische Anforderungen“

- Hauptnutzung der Fläche – auch bei Tierhaltung – ist landwirtschaftliche Produktion (Ratio 85 % <--> 15 %)
- **geringere** Flächennutzung erlaubt, **wenn** Anpassung des Flächenbesatzes / der Haltungsform zu **Verbesserungen** in der landwirtschaftlichen Praxis führt:
 - gesteigertes Tierwohl
 - höhere Qualität der landwirtschaftlichen Erzeugnisse
 - bessere ökologische Standards

Wichtig: Schutz der Tiere (Verletzung, spannungsführenden Bauteile) und Schutz vor Tieren (Kabelverbiss etc.)



Günstige rechtliche Situation

gesetzlichen Änderungen versprechen ein starkes Marktwachstum

EEG 2023

- formuliert in § 2, dass in der Abwägung erneuerbaren Energien ein Vorrang zugewilligt werden soll
- nennt Agri-PV erstmals in eigenem Segment (also nicht mehr unter Innovationsausschreibung)
- macht PV auf nahezu allen Acker- und Grünlandflächen förderfähig

PV-Strategie 2023 des BMWK, Solarpaket I

- führt einen Bonus in den Ausschreibungen ein, um Wettbewerbsfähigkeit zu unterstützen
- öffnet Privilegierung von kleinen hofnahen Agri-PV-Anlagen im Außenbereich (Definition „hofnah“ im Einzelfall)
- beschreibt als zusätzliche Option: Biodiversitäts-PV-Anlagen auf temporär aus der Bewirtschaftung genommenen / nicht-produktiven landwirtschaftlichen Flächen
- sieht mind. 50 % des PV-Zubaus als Dachanlagen vor → reduziert Druck auf landwirtschaftliche Flächen → deckelt bundesweiten Netto-Zubau von Freiflächenanlagen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen auf 80 GW bis 2030 und 177,5 GW bis 2040
- 2024 im Untersegment „besondere Solaranlagen“, innerhalb des 1. Segments **300 MW Ausschreibung** (2029: 2.075 MW)

Günstige rechtliche Situation

gesetzlichen Änderungen versprechen ein starkes Marktwachstum

Gemeinsame Agrarpolitik der EU (GAP)

- GAP 2023 und die GAP-Direktzahlungen Verordnung (GAPDZV) regelt Flächenprämien (Artikel 12): Agri-PV Anlagen, bei denen sich die landwirtschaftlich nutzbare Fläche um maximal 15 % verringert, erhalten weiterhin 85 % der Zahlungen.

Baugesetzbuch (BauGB), §35 Abs. 1 Nr. 1-8 BauGB

- Grundsätzlich: Für Agri-PV-Anlagen ist ein vorhabenbezogener Bebauungsplan nötig, dem – häufig – die Änderung des Flächennutzungsplans voraus gehen muss.
 - Außenbereichsprivilegierung §35 Abs. 1 Nr. 9 BauGB: Agri-PV-Anlagen sollen auch ohne Aufstellung eines Bebauungsplans zugelassen werden können, wenn
 - ihre Grundfläche höchstens 2,5 Hektar beträgt
 - sie in einem räumlich-funktionalen Zusammenhang zu einem land- oder forstwirtschaftlichen Betrieb oder zu einem Betrieb der gartenbaulichen Erzeugung stehen
- > ein „einfacher“ Bauantrag reicht dann aus
- ggf: vereinfachtes B-Planverfahren für Anlagen auf 10 (oder 20) ha, = ohne Umweltgutachten machbar

Günstige rechtliche Situation

gesetzlichen Änderungen versprechen ein starkes Marktwachstum

Steuerrecht

Agri-PV-Anlagen sind vollständig dem land- und forstwirtschaftlichen Betrieb zuzuordnen → es gilt die erbschaftsteuerliche Begünstigung für landwirtschaftliches Betriebsvermögen, **Verbleib in der Grundsteuer A**

Bauliche Anforderungen

Die baulichen Anforderungen für eine Agri-PV-Anlage sind in der DIN SPEC 91434 (2021) festgelegt: „Agri-Photovoltaik-Anlagen – Anforderungen an die landwirtschaftliche Hauptnutzung“. Im Wesentlichen:

- Nutzungskonzept für mindestens **3 Jahre**
- Aspekte wie Aufständigung, Bearbeitbarkeit, Verfügbarkeit von Licht und Wasser, Bodenerosion, Wirtschaftlichkeit und Flächenverlust sind darzulegen

Projekte entstehen

Fraunhofer ISE sammelt Standorte – bitte melden



Deutschlandkarte der Agri-PV

Das Fraunhofer ISE, Freiburg, erstellt ein Verzeichnis der Agri-PV-Anlagen deutschlandweit.

Meldungen unter <https://agri-pv.org/de> ->

<https://survey.ise.fhg.de/index.php/652155?lang=de>

Das richtige System für jede Kultur

Zwei (grobe) Kategorien

Kategorie I

PV-Module in mindestens 2,10 m Höhe, landwirtschaftliche Tätigkeiten werden unter den Modulen durchgeführt

- Vorteil Tracker
Module können beliebig ausgerichtet werden, z.B. bei Bearbeitung, Ernte oder hohen Windstärken; geringerer Flächenverlust.
Günstig v.a. bei niedriger Aufstellung
- Vorteile feste Aufständering
geringere Investition, Landwirt/Betreiber muss sich um nichts mehr kümmern, v.a. bei hochaufgestellter PV (Pfosten können z.B. als Klettergerüste vorbereitet werden)



Das richtige System für jede Kultur

Zwei (grobe) Kategorien



Kategorie II

Bodennahe PV-Anlagen: die Grundflächen zwischen den Modulen werden bewirtschaftet

- bodennahe Anlagen verursachen geringere Kosten und beeinträchtigen das Landschaftsbild weniger als aufgeständerte Anlagen
- (bifaziale) Module können senkrecht aufgestellt werden → Schneelasten kein Problem, Hagelschaden unwahrscheinlicher

So rechnet sich Agri-PV

Randbedingungen der Kalkulation

Für die Abschätzung der Investitionen und der Rendite sind zahlreiche Randbedingungen zu prüfen, die Aufwand sowie Ertrag bestimmen. Die **Optionen sind zahlreich** – damit auch die zu klärenden Fragen!

Die Kosten

können stark variieren, je nach

- installierter Leistung
- eingesetzter Technologie
- Art der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung
- Lage der gewählten Fläche
- volatilem Marktgeschehen (z.B. stark gestiegene Stahlpreise, Auslastung der Anbieter)

So rechnet sich Agri-PV

Randbedingungen der Kalkulation

Für die Abschätzung der Investitionen und der Rendite sind zahlreiche Randbedingungen zu prüfen, die Aufwand sowie Ertrag bestimmen.

Der Ertrag

berechnet sich wesentlich danach, wie der Solarstrom aus Agri-PV in Wert gesetzt wird

- Unterscheidung nach installierter Leistung:
 - > 100 kW Pflicht zur Direktvermarktung inkl. Vermarktungsprämie
 - > 1 MW fällt unter Ausschreibungen für Solaranlagen des ersten Segments (vgl. Freiflächenanlagen)
 - zzgl. Technologiebonus von (2023: 1,2 Ct/kWh; 2024 1,0 Ct/kWh) für hochaufgeständerte Systeme (mind. 2,10 m)
–> Vgl. EEG 2023, § 38b Abs. 1, Satz 2
 - **Höchstwert** für Strom aus „besonderen PV-Anlagen“ für 2024 bei max. **9,5 Ct/kWh**
- Option Eigenverbrauch: Wie viel ist möglich bzw. gewünscht? Wie hoch ist der Netzstrompreis des Betriebes?
- Option PPA (Power Purchase Agreement): Direktliefervertrag mit Großabnehmern, z.B. Stadtwerke

So rechnet sich Agri-PV

Randbedingungen der Kalkulation

Tendenz

- Der Einsatz von (einachsigen, zumeist azimuthal) Trackern steigert die Stromerträge gegenüber fest aufgeständerten Systemen um 22 bis 26 Prozent. Damit lassen sich ihre höheren Kosten kompensieren (Fraunhofer ISE).
- Kalkulation mit Börsenstrompreisen: langfristig sind höhere Erlöse am Strommarkt als über Ausschreibungen oder Marktprämienmodell wahrscheinlich

Wechselwirkung PV und Kulturen

- Auf manche Kulturen wirkt sich die Verschattung – bei einem genau bestimmten Reihenabstand – positiv auf die Erträge aus (z.B. Raps, Sellerie, Zwiebeln, Kohl, Grünland), manche reagieren neutral (z.B. Kartoffeln, Zuckerrüben, Karotten, Getreide). Bislang wurde nur bei Soja eine negative Wirkung beobachtet.

So rechnet sich Agri-PV

Randbedingungen der Kalkulation

Option Pacht

- Aus Sicht der Landwirte: Verpachtung eigener Flächen für Photovoltaik gibt wirtschaftliche Sicherheit. Die Errichtung der PV-Anlagen wird von einem Investor getragen.
- Anlagenbetreiber zahlen Flächeneigentümern jährlich einen (inflationsangepassten) Festbetrag pro Hektar. Die Laufzeit beträgt i.d.R. 30 Jahre.
- Mit Agri-PV lassen sich höhere Pachten erzielen. Übernehmen Landwirte als Dienstleister die Grünpflege der Kraftwerksflächen, Erlösen sie zusätzliche Einnahmen. Alternativ kann eine Beweidung, z.B. mit Schafen, den gleichen Nutzen zeitigen.
- Die Entscheidung für Verpachtung hängt von den eingesetzten Kulturen ab
 - Sonderkulturen können hohe Erträge erzielen (bis zu 20.000 EUR/ha) → Pacht weniger interessant.
 - Bei Weizen liegt Pachtertrag deutlich niedriger (bis zu 1.000 EUR/ha) → Beteiligung der Landwirte an der Projektgesellschaft interessanter.

So rechnet sich Agri-PV

CAPEX im Vergleich

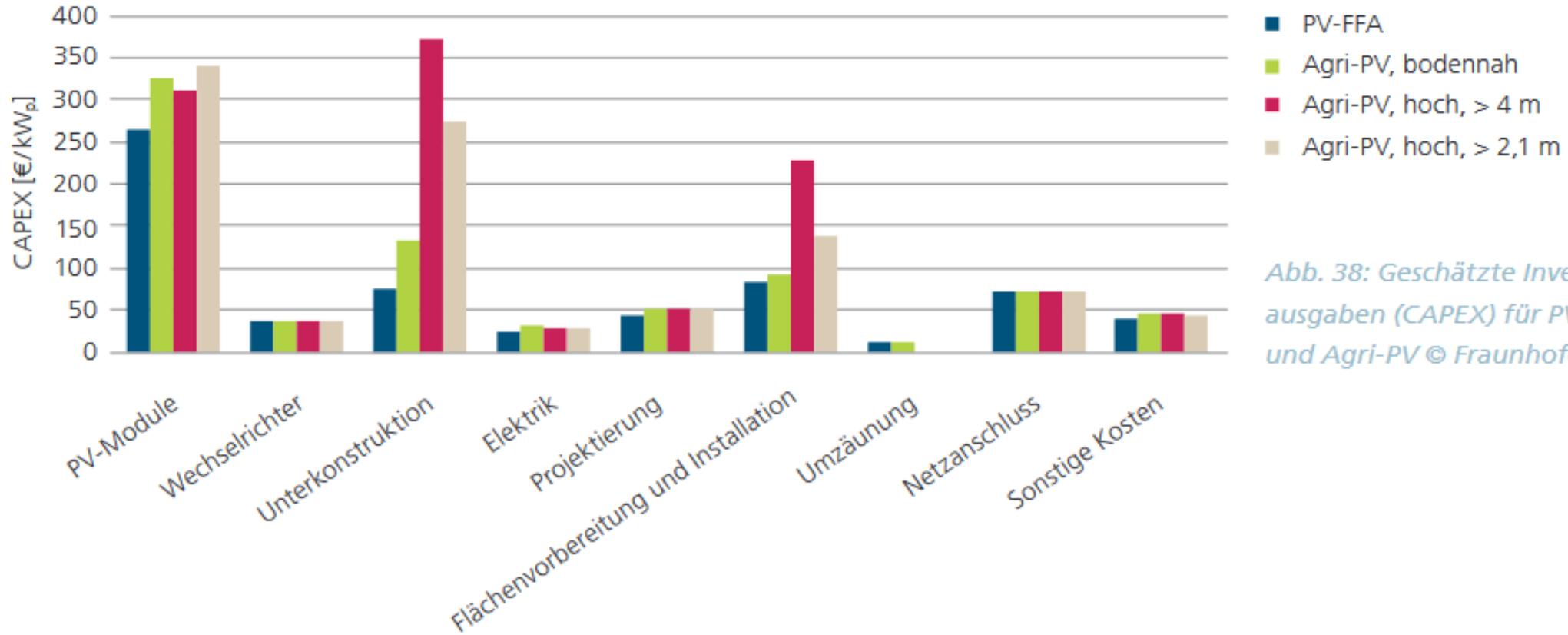


Abb. 38: Geschätzte Investitionsausgaben (CAPEX) für PV-FFA und Agri-PV © Fraunhofer ISE

So rechnet sich Agri-PV

CAPEX im Vergleich

CAPEX [EUR/kW]	Wind Onshore	Wind Offshore	Biogas	Feste Biomasse	Braunkohle	Steinkohle	GuD	Gasturbine	H ₂ Gasturbine	H ₂ GuD	Brennstoffzelle	Kernkraft
Investment 2024 niedrig	1300	2200	2894	3473	1850	1700	900	450	550	1100	5000	6000
Investment 2024 hoch	1900	3400	5788	5788	2550	2300	1300	700	1200	2400	8000	16000

CAPEX [EUR/kW]	PV Dach Kleinanlagen (<=30 kW _p)	PV Dach Großanlagen (>30 kW _p)	PV Freifläche (> 1 MW _p)	Agri-PV (0,5-2 MW _p)	Batteriespeicher für PV-Kleinanlagen (<= 30 kW _p , PV-Leistung zu Batteriekapazität 1:1)	Batteriespeicher für PV-Dach-Großanlagen (30 kW _p – 1 MW _p , PV-Leistung zu Batteriekapazität 2:1)	Batteriespeicher für PV-Freiflächenanlagen (> 1 MW _p , PV-Leistung zu Batteriekapazität 3:2)
Investment 2024 niedrig	1000	900	700	900	500	450	400
Investment 2024 hoch	2000	1600	900	1700	1000	800	600

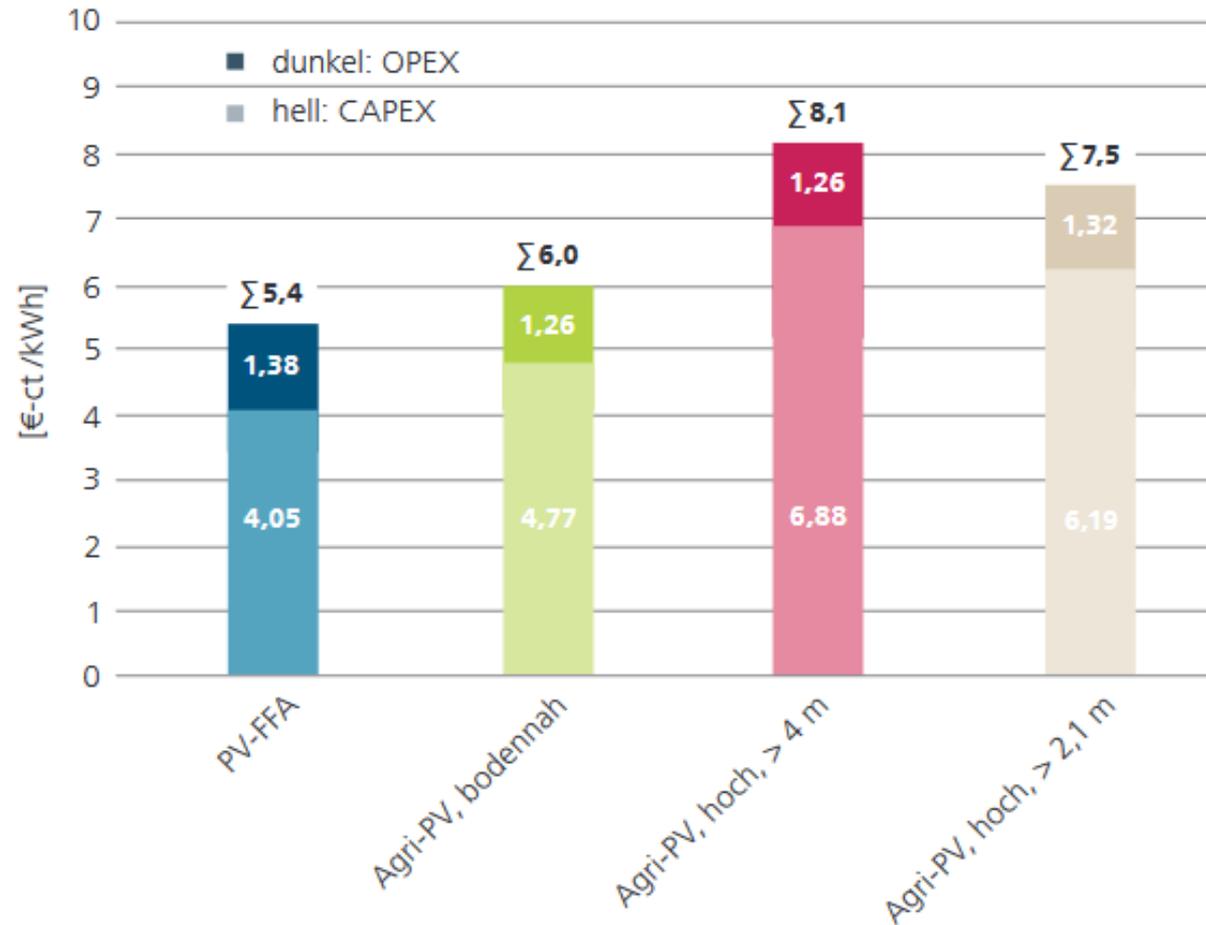
Tabelle 1: Spezifische Anlagenkosten EUR/kW bzw. EUR/kWh bei aktuellen Anlagen in 2024, (Quelle: Fraunhofer ISE intern, Lazard 2024)

So rechnet sich Agri-PV

LCOE im Vergleich

Abb. 39: Geschätzte Stromgestehungskosten unterteilt nach Investitionsausgaben (CAPEX) und Betriebskosten (OPEX) von PV-Freiflächenanlagen und Agri-PV im Vergleich

© Fraunhofer ISE



So rechnet sich Agri-PV

LCOE im Vergleich

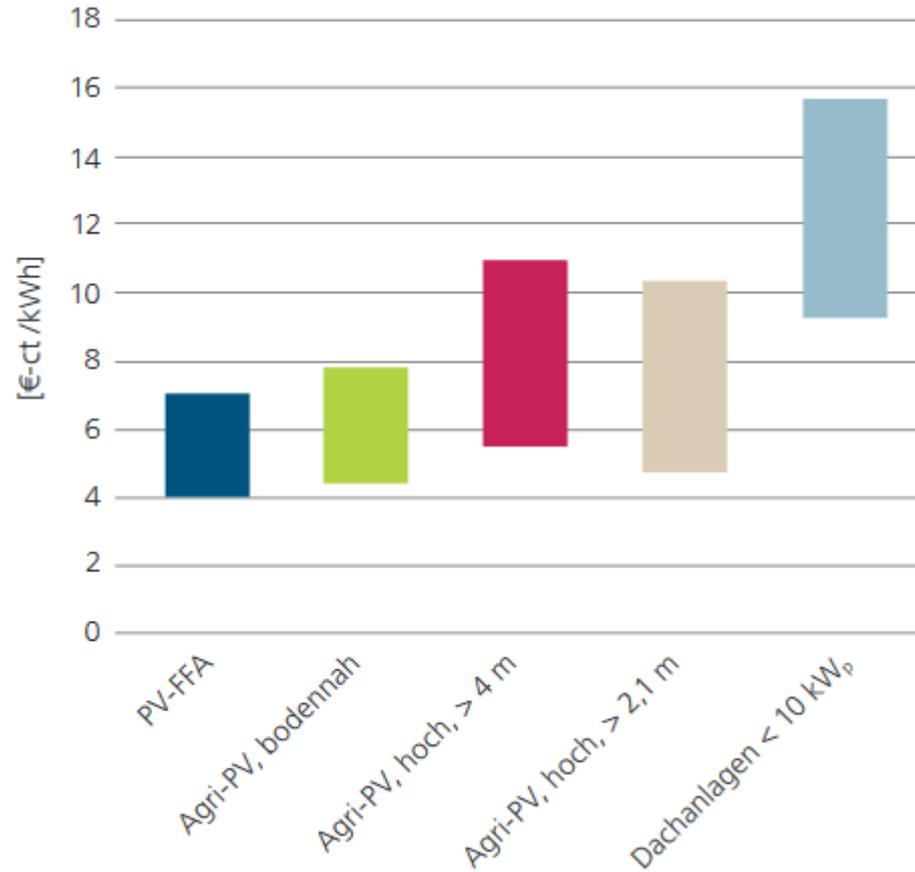


Abb. 40: Geschätzte Stromgestehungskosten (LCOE) für PV-Freiflächenanlagen und Agri-PV

© Fraunhofer ISE

So rechnet sich Agri-PV

Beispiele – Kategorie I

Aufgeständerte Agri-PV

Flächenbedarf: für Ackerbau 1,4 - 1,7 ha/MW;

Grünland geringer

Pilotprojekt Heggelbach

Fläche 0,34 ha

Modulhöhe: 6 m, Glas-Glas-Module

Transmission: 60 %

Installation auf Ackerfläche: 1.200 - 1.300 EUR/kW;

Grünland: 900 - 1.000 EUR/kW



So rechnet sich Agri-PV

Beispiele – Kategorie II

Bifaziale Agri-PV

Flächenbedarf: 2,5 - 3 ha/MW

Projekt Donaueschingen-Aasen

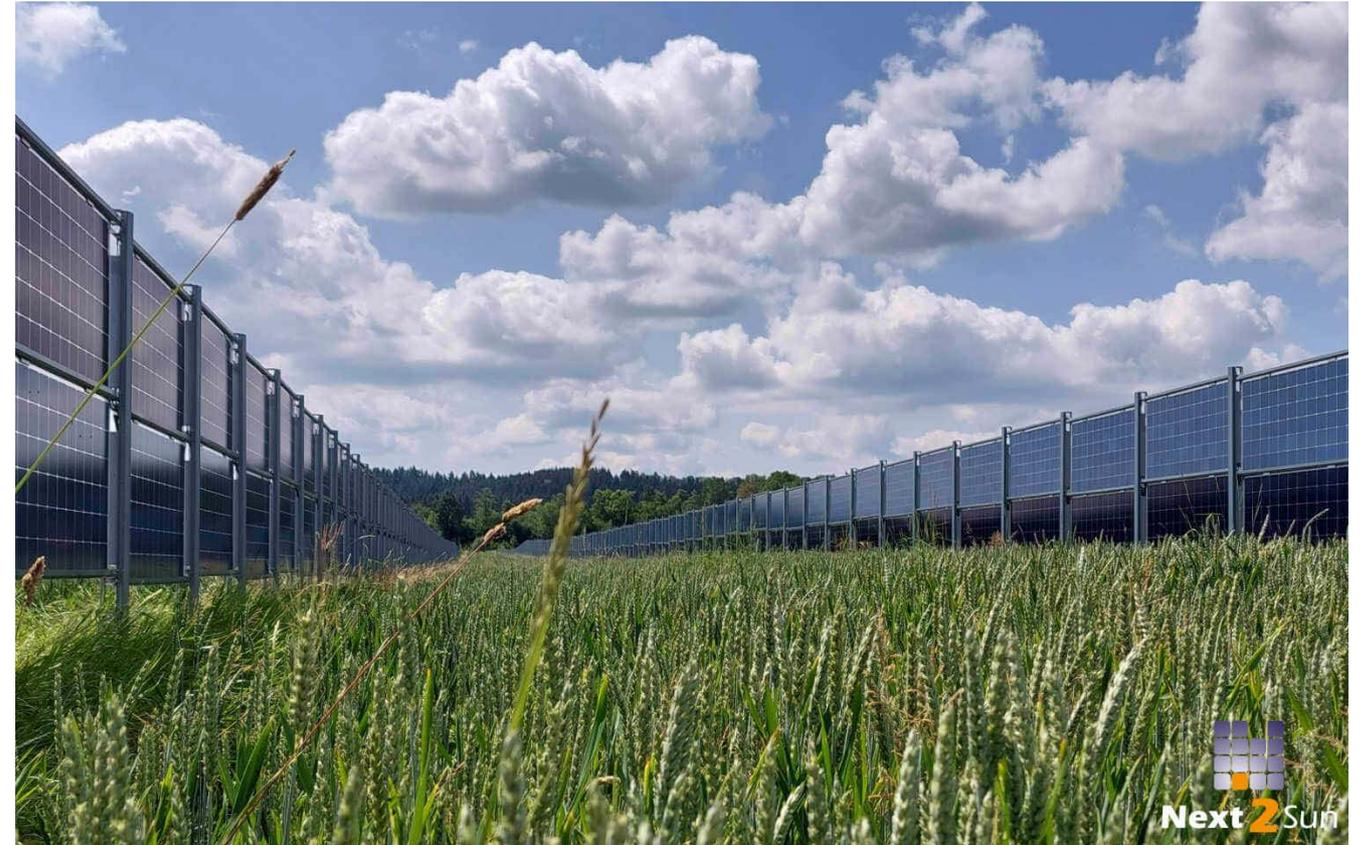
Fläche: 14 ha

Modulabstand: 10 m

Leistung: 4,1 MW

Ertrag: 4.850 MWh/a

Installation auf Grünland: 550 - 650 EUR/kW



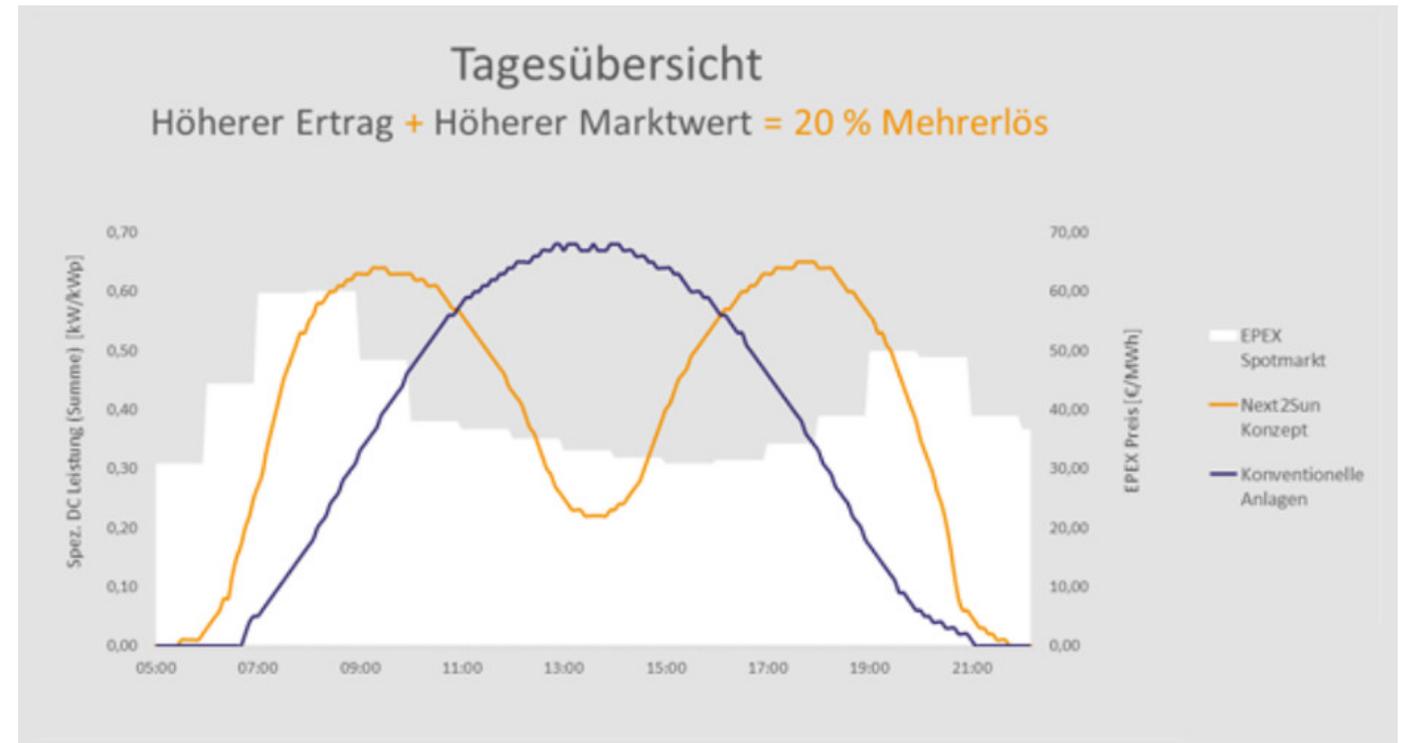
So rechnet sich Agri-PV

Anlagen-Design und Strommarkt

In Diskussion:
Nullvergütung bei negativen Börsenpreisen
(vgl. *Strommarktdesign der Zukunft*, BMWK
August 2024)

Neue Projekte nicht mit fixer Südausrichtung planen!

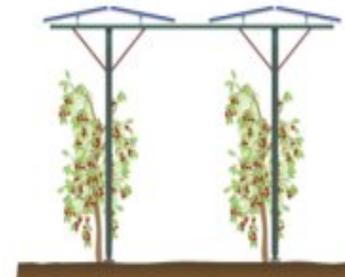
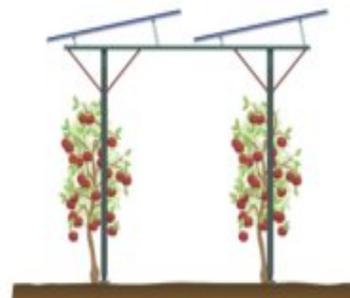
Stattdessen: „Stromlücke“ morgens und
nachmittags nutzen → Ost/West-Ausrichtung
des PV-Generators



Bonus-Effekte der Agri-PV

es geht nicht nur um Strom

- Agri-PV schirmt empfindliche Kulturen ab gegen problematische Witterung: Starkregen, Sturm, Hagel → Schutzvorrichtungen (Hagelschutznetze, Folienüberdachung) können entfallen
- Weniger Schäden sowohl durch Spätfröste als auch Sonnenbrand
- Durch Steuerung der Module können Landwirte den Lichteinfall optimieren.
- Weniger Staufeuchte auf Kulturen mindert Schimmel- und Schaderregerbefall → reduzierter Einsatz von Pflanzenschutzmitteln



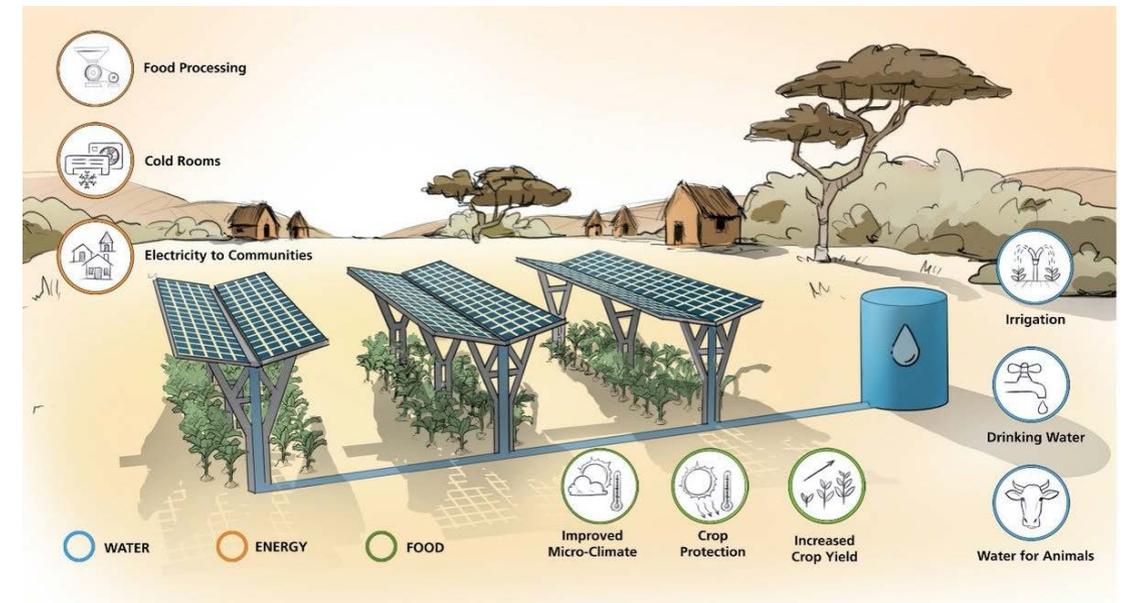
Bonus-Effekte der Agri-PV

es geht nicht nur um Strom

- Heiß- und Dürreperioden werden zunehmen (vgl. aktuelle WMO-Prognose bis 2027), schon heute verbraucht Landwirtschaft ca. 70 % des weltweiten Süßwasserbedarfs für Bewässerung, doch:
 - Agri-PV beeinflusst das Mikroklima günstig, Verdunstung von Bodenwasser sinkt
 - Teilverschattung, z.B. durch Glas-Glas-Module, bei künftig weiter steigenden Temperaturen ist ein Vorteil für Flora und Fauna
- Benefit für blühende Kulturpflanzen aufgrund höherer Dichte von Hummeln und anderen Bestäubern ist nachgewiesen (Lancaster University, 2021)

In Summe

Gesamtproduktivität (Ertrag Landwirtschaft + Energieproduktion) lässt sich um 60 % – 70 %, in trockenen Jahren um bis zu 90 % steigern (Studie: *Potential der Agri-Photovoltaik in Thüringen, 2023*)



Agri-PV in Sachsen-Anhalt

Bernburg / Hohlstedt

AgriPVplus-Anlage der Hochschule Anhalt in Koop mit MWi Sachsen-Anhalt (Oktober 2023), Teil des Projekts BIODIV-SOLAR (8 Projektstandorte)

- vertikal aufgeständerte bifaziale Photovoltaikmodule im landwirtschaftlichen Feldfruchtanbau (trockenresistente Kulturen) kombiniert mit artenreichen Wildpflanzenstreifen
- erste Ergebnisse der Evaluation: Veröffentlichung „Bee-Friendly Native Seed Mixtures for the Greening of Solar Parks“; frei zugängliches webbasiertes Planungstool



Agri-PV in Sachsen-Anhalt

Rathenow

Agri-PV-Musteranlage für

- Obst-, Wein- und Gemüseanbau
- Rindermast und Geflügelhaltung (hoch aufgeständerte PV)
- Besuch lohnt sich!



www.bauernverband-st.de/termin/agri-photovoltaik-exkursion-nach-rathenow

Agri-PV in Sachsen-Anhalt

Alpenburg-Winterfeld

größter Agri-Photovoltaik-Park Deutschlands

- 20 MW, 35 ha
- nachgeführte Systeme: eingleisige Tracking-Module, Reihenabstand bis zu 14 m
- Obst- und Gemüseanbau
- Weidetierhaltung
- Baubeginn 2024, Inbetriebnahme 2025

Ausführung: Solar Provider Group (SPG)

Bildvergleich: Solarpark Neuhardenberg (20 MW)



Landwirtschaft „pro Agri-PV“

bereit zum Durchstarten

Studie der Universität Göttingen und des Fraunhofer
(Februar 2023)

- 214 Landwirtinnen und Landwirten befragt zu Vorteilen und Hürden
- 72,4 Prozent können sich vorstellen, Agri-Photovoltaik für ihren Betrieb zu nutzen
- Noch zu lösende Probleme: bürokratischer Aufwand, als undurchsichtig empfundene rechtliche Rahmenbedingungen



Vielen Dank!



Solar Cluster Baden-Württemberg e.V.

Andreas Schlumberger

Meitnerstraße 1, 70563 Stuttgart

+49 / 711 7870-309

andreas.schlumberger@solarcluster-bw.de

www.solarcluster-bw.de