

# AgriPV: Eine riesige Chance für Landwirtschaft und Energiewende

Dr. Erich Merkle, GridParity AG, 15.09.2022

Die schwerste Dürre seit Jahrzehnten trifft derzeit Landwirte in Europa besonders heftig. In vielen Regionen zeigt sich das gleiche Bild: verdorrte Felder, ausgetrocknete Flussbetten, leere Brunnen.

Der Spiegel schreibt Mitte August 22 „wir erleben gerade, wie es sich anfühlt, wenn unser Planet unbewohnbar wird. In Europa dachten wir lange, dass wir noch Zeit haben, uns darauf vorzubereiten; doch das stellt sich gerade als Trugschluss heraus“. Hitzewellen und Wasserknappheit wird durch trockenere Winter und sengende Sommer zur neuen Normalität. Hinzu kommt die Energiekrise, die dazu führt, dass Maßnahmen für den Klimaschutz reduziert statt vergrößert werden.

Dabei stecken im Klimaschutz große Potenziale, wenn Synergien genutzt werden. Ein besonders eindrucksvolles Beispiel ist AgriPV, d.h. die Installation von PV-Systemen auf landwirtschaftlichen Flächen.

Auch Deutschland hat durch die Nivellierung des EEG die Voraussetzungen geschaffen, damit AgriPV Anlagen auf breiter Front gebaut werden können und die Erträge auch vergütet werden. Dieses Umdenken ist auch dringend nötig, da so viele Flächen wie möglich für den weiteren Ausbau der Photovoltaik herangezogen werden können. Ansonsten sind die für die Energiewende in Europe angestrebten Ziele beim Solarausbau überhaupt nicht zu schaffen. Die Doppelnutzung landwirtschaftlicher Flächen ist für Deutschland ein wesentlicher Faktor, um die angestrebte Vervielfachung der PV-Installation in nur 7 Jahren auf 215 Gigawatt bis 2030 zu erreichen. In den letzten 25 Jahren wurden ca. 54 GW installiert.

Ein großer Vorteil der dezentral angelegten AgriPV Anlagen liegt darin, dass deren Stromertrag oft zu einem erheblichen Teil lokal genutzt wird, und der Netzanschluss im Regelfall keinen so starken Netzausbau wie bei anderen Freiflächenanlagen erfordert. Zwei unterschiedliche Systeme haben sich entwickelt.

## 1. Aufgeständerte Anlagen mit semi-transparenten PV-Modulen

Der Einsatz solcher Anlagen bietet Schutz vor den immer häufiger auftretenden Extremwetterereignissen wie Hagel, Starkregen, Frost und vor zu starker UV-Strahlung. Der Spritzmitteleinsatz kann um bis zu 80 % reduziert werden und durch eine leicht integrierbare sparsame direkte Bewässerung der Pflanzen erhalten diese in Trockenzeiten die notwendige Feuchtigkeit.

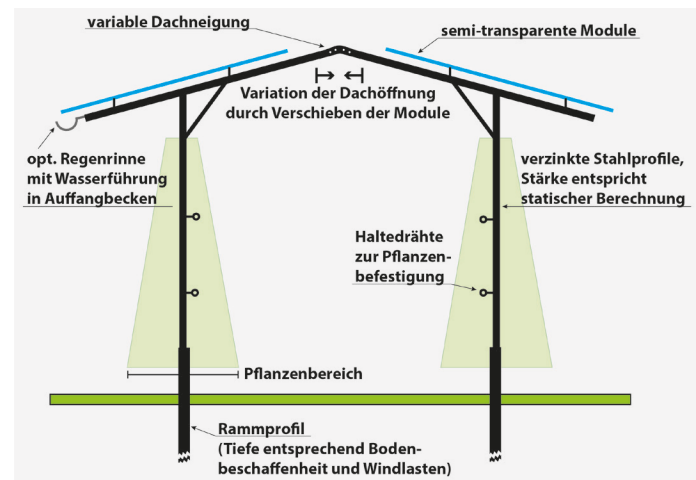


Abbildung 1: schematischer Aufbau

### 1.1 Kriterien beim Anlagenbau

Die Anlagen sollten flexibel unterschiedliche Geländegegebenheiten ausgleichen können, also Neigungen, Bodenwellen und Steigungen. Die Statik der Gestelle muss auch erhebliche Schnee- und Windlasten aushalten.

Die wesentlichen 3 Parameter sind in der folgenden Skizze dargestellt.

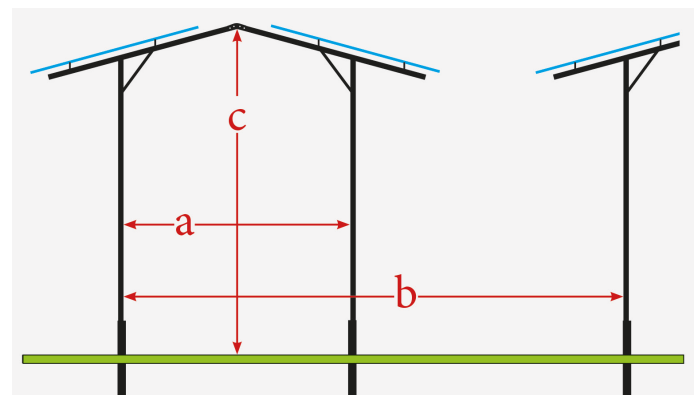


Abbildung 2: Parameter zur Planung einer AgriPV Anlage

Der Bau solcher Anlagen erfolgt in Reihen mit unterschiedlichen Breiten (a) der Gestelle und der Abstände (b) zwischen den Reihen. Beide werden im Wesentlichen durch die Art der angebauten Früchte und der Anbaumethode bestimmt. In bereits bestehenden Obstplantagen müssen dabei Kompromisse gemacht werden, während Neuanlagen für beide Gesichtspunkte: Obst- und Energieertrag optimiert werden können. Hierzu werden weltweit derzeit von vielen landwirtschaftlichen Versuchsanstalten Testanlagen betrieben. Während einer Konferenz in Piacenza/Italien wurden im Mai 2022 Ergebnisse vorgestellt, die ich in einem Beitrag zusammengestellt habe (Download unter [www.gridparityag.com/agripv](http://www.gridparityag.com/agripv)).

Die Höhe c wird durch die Wuchshöhe der Pflanzen bestimmt. Bei über ca. 4 m steigen die statischen Belastungen und damit die Kosten stark an.

Die Reihenabstände b bestimmen die auf den Flächen mögliche Installation von PV-Modulen.

Liegen die Reihenabstände mit 5-6 m relativ nah beieinander, ergeben sich die in der Tabelle dargestellten hohen Anschlussleistungen je Hektar (ha).

Reihenbreite (m) b	5	6
Reihen je ha	20	17
kWp/Reihe*	55	55
kWp/ha	1.100	917
*Basis B48-300 Wp Module mit 40 % Transparenz		

Tabelle 1: Berechnung des Installationsvolumens je Hektar (ha)

### 1.2 AgriPV für Obst-, Wein- und Gartenbau

Die AgriPV Solardächer bieten Obstkulturen wie z.B. wie z.B. Kern- oder Steinobstfrüchten, aber auch anderen Spalierpflanzen wie z.B. Weinreben Schutz vor extremen Klimaereignissen. Einige Anlagen sind in Deutschland, Holland, Frankreich und Italien bereits im Betrieb und haben bei den ersten Ernten positive Ergebnisse erbracht.

Das Foto unten zeigt die im Mai 2022 in Betrieb genommene Anlage mit ca. 250 kW über der Apfelplantage Bernhard in Kressbronn am Bodensee. Verwendet wurden die von der GridParity entwickelten Almaden M50-260 Wp PV Module mit einer Transparenz von 40 %. Der Apfelbauer Hubert Bernhard zeigte sich bei meinen Besuchen beeindruckt von den Stromerträgen, die über den Erwartungen lagen. Die Entwicklung der Äpfel war ebenfalls erfreulich und die Qualitätsfaktoren lagen nur geringfügig unter denen von Vergleichskulturen seiner großen Obstplantage. Er plant daher schon den Bau einer weit größeren Anlage im Jahr 2023, sofern die Einspeisemöglichkeit gegeben ist.



Abbildung 3: AgriPV Anlage mit semi-transparenten Almaden M50w-260 Wp Modulen in Kressbronn

Die Optimierung der Stromerträge lässt sich bei der Neuanlage einer Plantage und gleichzeitigem Bau einer AgriPV Anlage hinsichtlich des Stromertrags relativ genau ermitteln. So lassen sich bei Anlagen über Kernobstplantagen (z.B. Apfelbäumen) im Bereich Bodensee Erträge von ca. 985 kWh je Kilowatt peak installierter Leistung erzielen und in Südtirol über 1250 kWh/KWp. Durch die Verwendung bifazialer Module (mit aktiven Flächen oben und unten) ergeben sich sogar Zusatzerträge von bis zu 10 % bei gleichen Investitionskosten. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

Reihenbreite (m) b	5	6
Stromertrag kWh je ha*	1.083.500	902.917
Stromertrag/ha bei € 0.10 kWh	108.350	90.292
Stromertrag/ha bei € 0.18 kWh	195.030	162.525
Investitions Pay-back in Jahren**	5,74	6,89
*Bereich Bodensee 985 kWh/kWp ** Anlage 3 ha, Invest €1.150 je kWp		

Tabelle 2: Stromerträge und pay-back Perioden für die Anlage in Tabelle 1



Bei Baukosten von € 1.150 je kW installierter Anlagenleistung ergeben sich pay-back Zeiträume von bis zu unter 6 Jahren, wenn der reine Stromertrag zugrunde gelegt wird. Nicht berücksichtigt ist in dieser Rechnung der „Zusatz“-Nutzen für den Obst-ertrag durch vermiedene Umweltschäden wie Hagel, Starkregen, extreme Hitze usw.

### 1.3 Niedrigere Aufständungen für Beerenkulturen oder Gartenbau

Beerenkulturen (z.B. Himbeeren, Brombeeren, Heidelbeeren, Erdbeeren im Hochanbau) werden in engeren Abständen sowohl der Reihen als auch der Pflanzen angelegt. Auch hier erfordert der Klimawandel Schutzmaßnahmen, die durch AgriPV Anlagen erreicht werden können.

Aufgrund des engeren Reihenabstandes ergibt sich bei solchen Anlagen auch die Möglichkeit, die einzelnen Reihen zu einem teilweise geschlossenen Gewächshaus zu verbinden (Abbildung B).

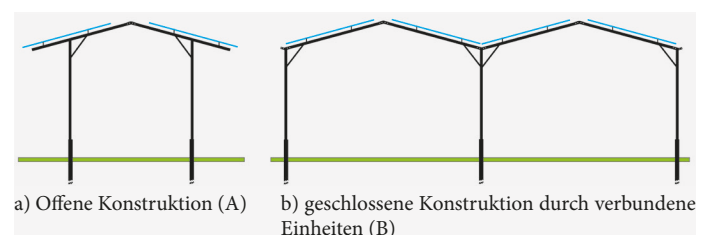


Abbildung 4: Offene und geschlossene Systeme einer AgriPV Anlage für Beerenobst



Die Anschlusswerte und dadurch auch die Stromerträge liegen bei geschlossenen Konstruktionen (B) höher als bei offenen Konstruktionen (A).

In beiden Fällen ist die Kombination mit Systemen zur Regenwassergewinnung sinnvoll durch Dachrinnen, die das Wasser in Sammelbecken leiten. Von dort kann es, ggf. angereichert mit Nährstoffen, über an den Stützen befestigten Schläuchen zur Tropfbewässerung genutzt werden.

Erfolgt eine Bewässerungssteuerung über Feuchtigkeitssensoren im Boden können bis zu 95 % des immer kostbareren Wassers eingespart werden.

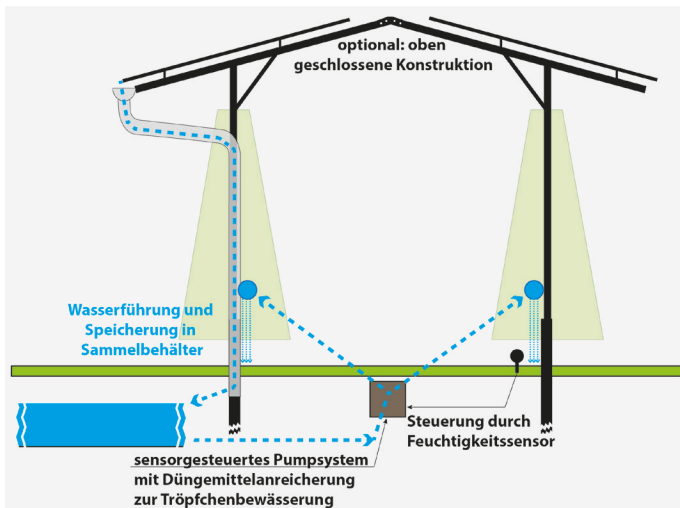


Abbildung 5: Schematische Darstellung des Bewässerungssystems einer AgriPV Anlage

## 2. Vertikale Aufständigung: AgriPV Fence

Diese Systeme sind durch Reihen von senkrecht aufgeständerten bifazialen Doppelglas-PV Modulen gekennzeichnet. Um einen hohen Ertrag von beiden Seiten zu erzielen, müssen Verschattungen zu allen Tageszeiten (mit unterschiedlichen Winkeln der Sonneneinstrahlung) vermieden werden. Daher kommen nur rahmenlose bifaziale (beidseitig wirksame) Module mit einer hohen Leistung in Betracht.

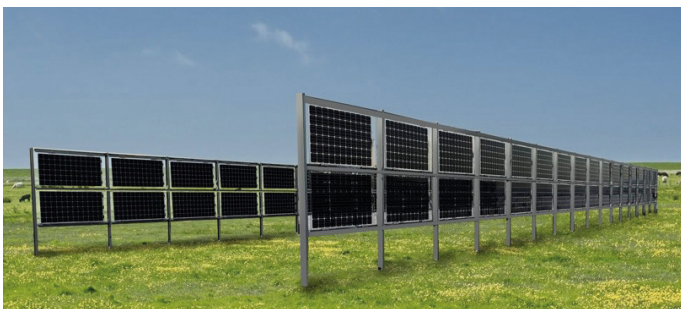


Abbildung 6: AgriPV Fence Anlage mit 8 m Reihenabstand und bifazialen Modulen B72/6 – 450 Wp

Die installierte Leistung je Hektar (ha) hängt auch bei dieser Installationsart von den Abständen der Reihen ab, wie die folgende Tabelle zeigt:

	Abstand zwischen den Reihen			
Reihenabstand in m	6	8	10	12
Zahl der Reihen ha	18	14	11	9
kWp/Reihe*	41	41	41	41
kWp/ha	724	554	451	383

\* bei 2 Modulen B72/6 - 450 Wp je Feld

Tabelle 3: Berechnung des Installationsvolumens je Hektar (ha) bei AgriPV Fence Systemen

Der Reihenabstand wird von der landwirtschaftlichen Nutzung bestimmt.

Sollen Erntemaschinen genutzt werden, dann sollte ein großer Abstand von ca. 12 m gewählt werden. In diesem Fall ergibt lassen sich derzeit nur ca. 400 kWp je Hektar installieren.

Ist jedoch eine andere Nutzung oder auch eine Weidewirtschaft z.B. mit Schafen angestrebt, dann lassen sich Anlagen mit bis zu einem Megawatt je Hektar installieren, also fast die gleiche Leistung wie bei einer Freiflächenanlage.

Die Erträge liegen ähnlich hoch wie bei aufgeständerten Anlagen sodass sich je nach der Vergütung für den produzierten Strom ebenfalls pay-back Zeiträume von nur bis zu 10 Jahren ergeben.

Die Ertragskurve weicht allerdings deutlich von derjenigen von aufgeständerten Anlagen ab mit deutlichen Spitzen in den Vormittags- und Nachmittagsstunden. Schematisch dargestellt ergibt sich der folgende Verlauf.

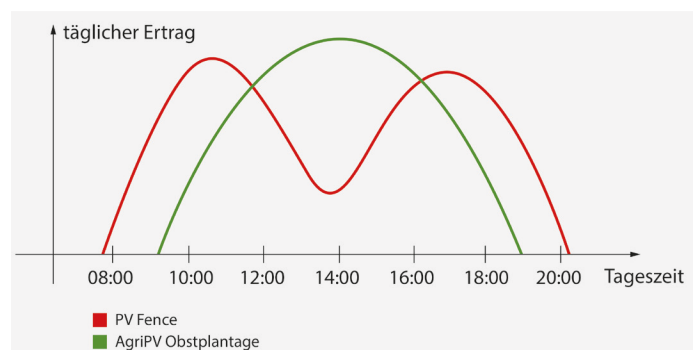


Abbildung 7: Ertragskurven für AgriPV Dach- und Zaunsysteme

## 3. AgriPV und Klimawandel

AgriPV Anlagen machen in vielen Trockenregionen eine landwirtschaftliche Nutzung überhaupt erst wieder möglich. Dies betrifft immer größere Landmassen in den südlichen Teilen Europas

Die italienische Regierung hat dies erkannt und fördert AgriPV Installationen mit 1,2 Mrd. €. Die Mittel fließen dabei bereits direkt in den Bau von Anlagen, da die schon existierende Krise mit mehreren 100.000 Hektar von nicht mehr nutzbarem Ackerland ein beschleunigtes Umsetzungsverfahren erfordern.

Der Klimawandel führt dort und in vielen anderen Ländern zu extrem hohen Temperaturen und ext-

remer Wasserknappheit. Wird mit AgriPV Anlagen gegengesteuert, kann sich eine langsame Umkehr der Prozesse ergeben: der Schutz vor extremer Sonneneinstrahlung schützt die Pflanzen und der gewonnene Strom kann für den Betrieb von Pumpen zur Bewässerung und von anderen elektrischen Verbrauchern genutzt werden. Die sogenannte "Tröpfchenbewässerung", ist die sparsamste aller Bewässerungsarten mit einer Wassereinsparung von bis zu 95 %. Der normalerweise hohe Verlegeaufwand kann reduziert werden, da die hierfür benötigten Schläuche direkt an den AgriPV Gestellen befestigt werden können. Über die für die Pflanzenarten speziell angebrachten kleinen Auslässe werden nur geringe Wassermengen abgegeben die ggf. zudem mit Nährstoffen angereichert werden können.

Die Anlagen bieten Schutz vor Extremwetterereignissen wie Starkregen und Hagel. Speziell im Obstbau wird oft ein beträchtlicher Teil der Ernten durch Hagel vernichtet oder die Vermarktung beeinträchtigt. Die teuren Hagelnetze werden eingespart. Auch der Einsatz von Spritzmitteln kann bis zu 80 % reduziert werden, da diese nicht mehr vom Regen abgewaschen und laufend erneuert werden müssen.

Den Vorteilen des AgriPV Einsatzes stehen nur wenige Nachteile gegenüber. Diese betreffen die Tatsache, dass nicht alle Pflanzen oder Gewächse mit der reduzierten Lichtintensität zurechtkommen und sich z.T. Mindererträge ergeben. Die landwirtschaftlichen Hochschulen haben weltweit bereits Kataloge entwickelt, welche Pflanzen in welchen Weltregionen betroffen sein können. In Zuchtanstalten wurden bereits Pflanzen gezielt im Hinblick auf die Wachstumseigenschaften bei geringerer Lichtzufuhr selektiert.

Die AgriPV Fence Systeme wiederum erfordern Anpassungen der Prozesse bei der Aussaat und Ernte.

Angesichts der Einschränkungen durch den fortschreitenden Klimawandel auf die Nahrungsmittelproduktion und des immens steigenden Bedarfs an Elektrizität bei gleichzeitiger Reduzierung des Einsatzes fossiler Brennstoffe wie z.B. Gas, stellt der gesteigerte Einsatz von AgriPV eine große Chance dar. Prognosen berechnen den deutschen Elektrizitätsbedarf zur Energiewende 2040 mit bis zu 450 Gigawatt. Nach Studien des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme (ISE), lassen sich in Deutschland auf landwirtschaftlich genutzten Flächen die vier- bis achtfache Mengen erzielen.

Entscheidend für die breite Anwendung der AgriPV Anlagen sind innovative Lösungen mit wenigen Bauteilen, die hohe statische Lasten aushalten. Die industrielle Serienproduktion ist eine wichtige Vorausset-

zung. Die wichtigste Komponente sind jedoch extrem stabile PV Doppelglasmodule die trotz hoher Transparenz dauerhaft gute Leistungen erbringen.

### Fazit

Durch die optimal aufeinander abgestimmten Bauteile und effiziente Installationsarbeiten, kann die GridParity AG für ihre Kunden eine AgriPV-Anlage komplett liefern und errichten mit Kosten von derzeit lediglich 1100 - 1200 €/KWp, etwa so viel wie für aktuelle Freiflächenanlagen. Durch die Integration extrem leistungsstarker PV-Module, sind bei AgriPV-Anlagen hohe Stromerträge je Hektar möglich, beispielsweise auch bei vertikal gebauten Anlagen (PV-Fence). Die Flächen-Erträge sind mit normalen Freilandanlagen vergleichbar.



Weitere Informationen finden Sie unter:

[www.gridparity.ag](http://www.gridparity.ag)

Abbildungen und Fotos © GridParity AG 2022



### Über den Autor

Dr. Erich Merkle hat zusammen mit Almaden Glas bereits 2006 die ersten transparenten PV Doppelglasmodule mit dünnen 2 mm Gläsern entwickelt. Diese wurden von der Fa. GridParity AG inzwischen in mehr als 1.000 gebäudeintegrierte PV Anlagen installiert. Zu den ersten AgriPV Anwendungen gehören zwei in Kairo und in der Wahat Wüste in Ägypten bereits von 10 Jahren installierte Anlagen. Seither hält er Vorträge und verfasst Beiträge zu diesen zu lange wenig beachteten Thema, was inzwischen eine erhebliche Dynamik gewonnen hat. Derzeit entwickelt die GridParity eine Vielzahl von Anlagen im Gesamtvolumen von über 30 MWp.