

## Flächenbedarf bei gleichem Stromertrag

# Die Konflikte entschärfen

Die Bundesregierung will Solaranlagen auch auf Freiflächen stark ausbauen – auf Kosten der Landwirtschaft? Agri-Photovoltaik könnte beides verbinden. Jonas Böhm zeigt unterschiedliche Konzepte und deren Wettbewerbsfähigkeit.

Sollen die angestrebten Klimaziele und der Ausbau der erneuerbaren Energien erreicht werden, ist ein großer Zubau an Photovoltaikanlagen erforderlich. Zwar lässt sich ein großer Teil der Anlagen auf Dächern errichten. Um aber die Kosten der Energiewende möglichst gering zu halten, ist daneben eine deutliche Zunahme an PV-Freiflächenanlagen notwendig. Der dafür benötigte Flächenbedarf geht weit über die noch bebaubaren Industrie- und Militärflächen hinaus, die dafür bislang im Vordergrund standen. Landwirtschaftliche Nutzflächen werden verstärkt nachgefragt und damit Photovoltaik-Freiflächenanlagen zum kontrovers diskutierten Thema.

## Aus Sicht der Landwirtschaft kann die Entwicklung Vor- und Nachteile haben.

Grundeigentümer freuen sich über hohe Grundrenten und daraus resultierenden langfristigen Pachtzahlungen von aktuell über 2 500 €/ha. Bisherige Pächter dagegen sehen die neue Konkurrenz um die Flächen eher kritisch: Es ist so gut wie unmöglich, derartige Grundrenten mit landwirtschaftlichen Produktionsverfahren zu erwirtschaften und auf dem Flächenmarkt zu konkurrieren.

Eine Möglichkeit, den sich anbahnenden Konflikt zu entschärfen, bietet die Agri-Photovoltaik. Diese kombiniert PV-Anlagen mit der landwirtschaftlichen Nutzung. Das Interesse an diesem Anlagenkonzept steigt. In diesem Jahr wird erstmalig eine gesonderte Ausschreibung für diesen Anlagentyp im Rahmen des EEG durchgeführt. Aber es stellt sich die Frage, welche Konzepte es gibt, wie stark sie den

Flächenbedarf reduzieren können und vor allem wie wettbewerbsfähig sie sind.

## Bisher werden in Kombination mit dem Ackerbau vor allem folgende Konzepte diskutiert:

- **Agri-PV vertikal.** Dieses System setzt auf senkrecht aufgeständerte sogenannte bifaziale Module. Das heißt, beide Seiten können von der Sonne beschienen werden, die vor allem vor- und nachmittags für eine Stromerzeugung sorgt. Der Abstand zwischen den Modulreihen kann zwischen 8 und 20 m variieren und dem vorhandenen Maschinenpark angepasst werden. Es wurden bereits große Anlagen auf Grünland umgesetzt. Dabei wurde in Anpassung an die Mähwerksbreite ein Abstand von 10 m gewählt. Die vertikalen Anlagen sind wirtschaftlich mit PV-Freiflächenanlagen vergleichbar, was daran deutlich wird, dass Anlagen schon bei EEG-Ausschreibungen bezuschlagt wurden.

- **Agri-PV horizontal.** Das wohl bekannteste Agri-PV-Konzept in Deutschland ist eine vom Fraunhofer ISE geplante, auf 5 m Höhe aufgeständerte Forschungsanlage in Baden-Württemberg (Bild links). Sie wurde bereits 2016 errichtet. Die Anlage wurde bisher wissenschaftlich betreut; es wurden verschiedene Kulturen angebaut und untersucht. Aufgrund der sehr massiven Ausgestaltung der Aufständigung sind die Kosten sehr hoch.

- **Agri-PV 2D tracking.** Die einachsigen nachgeführten PV-Anlagen haben sich im Vergleich zu fixen Freiflächenanlagen vor allem in sonnenreichen Regionen durchgesetzt. Grund dafür ist der höhere Investitionsbedarf. Verstellbare Module lassen



Foto: Fraunhofer ISE

Die Grafik zeigt den enormen Flächenbedarf von Biogas im Vergleich zu PV-Anlagen. **Annahmen:** durchschnittlicher Maisertrag 44,5 t FM/ha. Zielgröße: gleicher Stromertrag pro Jahr, ohne Berücksichtigung der Flexibilität und Wärmeenergie der Biogasverstromung.



Foto: Öko-Haus

Foto: © Agrovoltaico® by REM Tec

Drei Bauarten von agri-PV-Anlagen.

**Links:** Agri-PV 2D tracking (einachsrig);

**Mitte:** 3D tracking (zweiachsrig).

**Rechts:** vertikal.

sich dem Sonnenstand nachführen; somit wird ein Strom-Mehrertrag generiert. Durch optimierte Algorithmen kann der Schattenwurf auch dem Pflanzenbedarf angepasst werden. In Bayern wurde dieses Konzept als Agri-PV-Anlage bereits kommerziell umgesetzt.

• **Agri-PV 3D tracking.** Diese Anlage wird zweiachsrig nachgeführt: Die Module können immer optimal zur Sonne ausgerichtet werden. Das Konzept wird auf einer Höhe von 4 – 5 m installiert und über eine Abspannung stabilisiert. Bereits 2011 wurden größere Anlagen in Italien installiert. Eine flexible Anpassung der Verschattung der Kulturpflanzen ist möglich.

Es existieren noch weitere Agri-PV-Konzepte in verschiedenen Entwicklungsstadien. Die sehr unterschiedlichen Ansätze resultieren in verschiedenen Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Nutzung.

**Wie viel Fläche geht verloren?** Unterscheiden lässt sich zwischen der Anlagenfläche und dem Verlust landwirtschaftlicher Nutzfläche. Anlagenfläche umfasst die insgesamt beeinflusste Fläche (meist einschließlich Ausgleichsfläche). Bei Freiflächenanlagen ist sie aus Versicherungsgründen häufig umzäunt und somit klar abgegrenzt. Verloren geht hingegen die Fläche, die aufgrund der Bauteile nicht mehr für die bisherige landwirtschaftliche Produktion genutzt werden kann.

Bei herkömmlichen Freiflächenanlagen sind beide Dimensionen gleich, da die Module sehr dicht zusammenstehen und die Zwischenräume mit Ausnahme der Schafhaltung nicht mehr für die Landwirtschaft genutzt werden können. Bei Agri-PV Anlagen unterscheiden sich die

Kennzahlen zum Teil jedoch stark. Die Grafik auf Seite 14 zeigt einen Vergleich der Systeme.

**Im Vergleich zu Biogas sehr effizient.** Es wird deutlich, dass für den gleichen jährlichen Stromertrag der Verlust an Fläche für die Nahrungsmittelproduktion bei PV-Freiflächenanlagen um Faktor 65 geringer ist als bei der Biogasverstromung mit Mais, wenn die Flächen unter/ neben den Anlagen weiter bewirtschaftet werden. Dieser Unterschied kommt aufgrund der effizienten Ausnutzung der Globalstrahlung durch die PV-Module (15–20%) zustande. Selbst bei Berücksichtigung der Wärme-Produktion durch PV-Freiflächenanlage um Faktor 49 höher. Zudem wird deutlich, dass bei allen betrachteten Agri-PV-Konzepten weniger Fläche für die Nahrungsmittelproduk-

tion verloren geht als die angenommene Biogas-Anlagenfläche von 1 ha.

**Agri-PV »verbraucht« 70–87 % weniger landwirtschaftliche Fläche als normale Freiflächenanlagen.** Die Anlagenfläche hingegen, die auch das Landschaftsbild beeinflusst, ist bei allen Agri-PV Konzepten deutlich größer. Derzeit wird sowohl beim rechtlichen Status als auch der statistischen Flächenerfassung bei allen Anlagen die gesamte Anlagenfläche angesetzt. Somit ist unklar, ob Prämien beantragt werden können. Sachgerecht ist das nicht, da der Vorteil der Agri-PV Anlagen gerade darin besteht, dass der Großteil der Anlagenfläche weiterhin landwirtschaftlich nutzbar ist.

**Welches Konzept produziert Strom am günstigsten?** Da PV-Freiflächenanlagen auch gezielt als Biodiversität-Solarparks

Grafik 1: Die Stromgestehungskosten

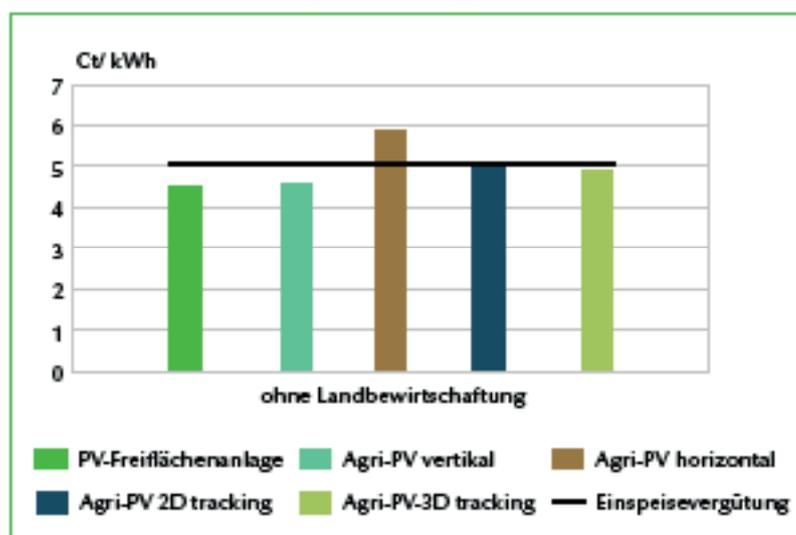




Foto: Next2Sun

umgesetzt werden können, stellt sich aus gesellschaftlicher Sicht die Frage, zu welchem Preis der geringere Verlust landwirtschaftlicher Nutzfläche eingekauft wird. Grafik 1 zeigt die Stromgestehungskosten der Anlagen und folgende Ergebnisse:

- »Das vertikale Konzept kann hinsichtlich der Stromgestehungskosten bereits wettbewerbsfähig mit PV-Freiflächenanlagen sein.
- Das horizontale Konzept zeigt zwar die geringste Flächenbeanspruchung. Es ist aber aufgrund der um 70% höheren Investitionskosten, die 30% höhere Stromgestehungskosten bedeuten, im Vergleich zur PV-Freiflächenanlage im Ackerbau nicht wirtschaftlich.
- Die Tracking-Systeme haben ähnliche Stromgestehungskosten wie die aktuelle Einspeisevergütung, aber ca. 10% höhere als das vertikale Konzept.

**Welches Agri-PV-Konzept bietet die höchste Grundrente?** In der Regel ist die verfügbare Fläche der knappe Faktor, so dass die Anlagenkonzepte nicht nur bezüglich der Stromgestehungskosten miteinander am Strommarkt konkurrieren, sondern auch um den knappen Faktor Fläche. Hier wird sich langfristig das Anlagenkonzept mit der höchsten Flächenrentabilität durchsetzen. Vor diesem Hintergrund können die Grundrenten der Anlagenkonzepte verglichen werden. Dafür wird eine Fruchtfolge aus Weizen, Raps, Gerste und Kartoffeln betrachtet, die eine durchschnittliche Grundrente von rund 500 €/ha/Jahr ermöglicht.

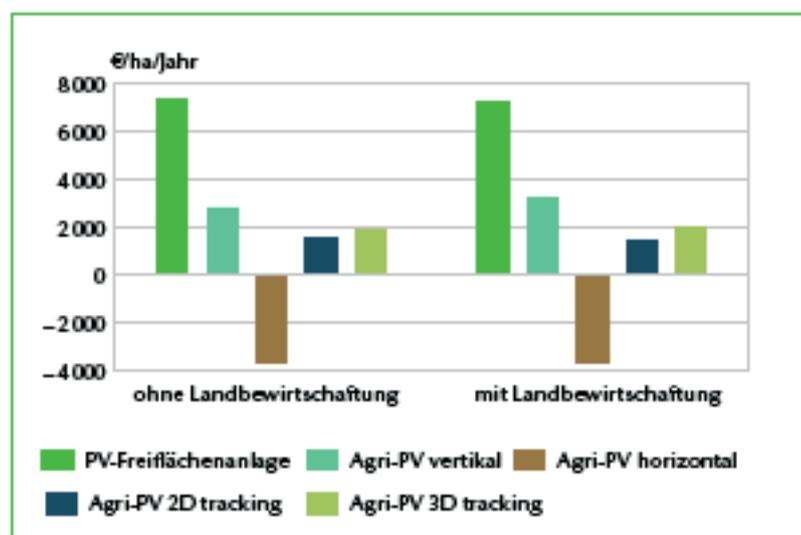
Die Grundrente der PV-Freiflächenanlage ist mit 7000 €/ha/Jahr mehr als doppelt so hoch wie beim besten Agri-PV Konzept (siehe Grafik 2). Ohne die Berücksichtigung der Landwirtschaft generieren die An-

lagenflächen der Agri-PV-Konzepte lediglich Grundrenten von 1 200 bis 2 800 €/ha/Jahr. Bei der landwirtschaftlichen Nutzung wird ein Ertragsabschlag sowie die unterschiedliche verbleibende landwirtschaftliche Nutzfläche berücksichtigt. Da die Grundrente aus der ackerbaulichen Nutzung nur einen marginalen Anteil an der Gesamtgrundrente hat, unterscheiden sich die Grundrenten bei einer kombinierten Betrachtung kaum (1 450 bis 3 200 €/ha/Jahr). Ebenfalls festzustellen ist, dass das horizontale Konzept negative Grundrenten hat. Ursache ist, dass aufgrund der hohen Investitionen keine Gewinne erwirtschaftet werden.

Ansonsten sind die Grundrenten der Agri-PV Anlagen jedoch deutlich höher als bei einer reinen landwirtschaftlichen Flächenutzung. Größere Synergieeffekte ergeben sich bei Sonderkulturen. In den Niederlanden wurden beispielsweise Folientunnel über Himbeeren durch aufgeständerte PV-Anlagen ersetzt.

**Fazit.** Der Flächenbedarf von PV ist insgesamt deutlich geringer als bei der Biogasverstromung. Aber auch bei PV-Anlagen kann der Flächenverbrauch mit Agri-PV Konzepten weiter optimiert werden. Je nach Konzept unterscheiden sich die Stromgestehungskosten stark, können aber zum Teil mit konventionellen Freiflächenanlagen konkurrieren. Die Grundrenten der Agri-PV Konzepte sind hingegen deutlich geringer als die der PV-Freiflächenanlagen. Die ackerbauliche Nutzung beeinflusst die Rentabilität der Anlagen kaum.

**Grafik 2: Die Grundrenten**



Jonas Böhm, Thünen-Institut für Betriebswirtschaft, Braunschweig