

The background features a light blue sky with a bright yellow sun in the top right corner and several white, fluffy clouds. The bottom of the image shows a green landscape with rolling hills, a single tree on the left, and two trees on the right, all with brown trunks and green foliage. Small pink flowers are scattered across the green ground.

Flächenverbrauch bzw. Flächenbedarf für regenerative Energieerzeugung

Verfasst von Reinhard Muth
für die
Ökologische Plattform BW
23. Juni 2022

Fragestellung

- Unter welchen Bedingungen ist der Flächenverbrauch für Photovoltaik Freiflächen Anlagen sinnvoll?
- Wann ist Flächenverbrauch für regenerative Energieerzeugung unumgänglich und wann nicht?
- Wieviel unversiegelte Fläche kann und darf noch für den Aufbau regenerativer Energieerzeugung geopfert werden?



Verschiedene Formen der PV-Anlagen

Die bekannteste Form einer PVA ist die **PV-Dachanlage**. Inzwischen werden aber auch immer mehr **PV-Freiflächen-Anlagen** aufgestellt. Eine Sonderform der Photovoltaik-Freiflächenanlage ist die **Agri-Photovoltaik** (Abk.: Agri-PV, auch Agrar-PV oder Agro-PV). Hier wird nicht die gesamte Freifläche der Photovoltaik gewidmet. Stattdessen wird die Freifläche gleichzeitig für Photovoltaik und Landwirtschaft genutzt. Erreicht wird das dadurch, dass die Photovoltaikanlagen so hoch installiert werden, dass landwirtschaftliche Fahrzeuge zwischen oder unter ihnen hindurch fahren können. Durch das Verhältnis der Fläche der Module zur Freifläche kann der Grad der Beschattung der Agrarfläche festgelegt werden. Im Zuge des Klimawandels gewinnt diese Technik an Bedeutung, weil die Austrocknung des Bodens und Pflanzenschäden durch zu intensive Sonnenbestrahlung gemindert werden können.



Aufstellung der Module bei Agri-PVA

Die Module werden häufig in West-Ost Richtung mit 45° Winkel zur Sonne mal kurz über dem Boden, mal so hoch, dass Landwirtschaft darunter noch möglich ist, aufgestellt. Neuerdings ist auch eine Aufstellung in Nord-Süd Richtung in senkrechter Form möglich. (4)

Vorteile der Nord-Süd Ausrichtung:

- A) Die Fläche dazwischen kann bequemer mit landwirtschaftlichen Maschinen befahren werden,
- B) das Maximum der Stromerzeugung findet nicht zur Mittagszeit statt, sondern hat je einen Peak am Vormittag und am Nachmittag.





Agri-PVA senkrecht



Beispiele für Freiflächen PVAs



Energetische Flächeneffizienz

Die energetische Flächeneffizienz ist ein Maß zur Beurteilung, wieviel Energie auf einer bestimmten Fläche durch eine Anlage erzeugt werden kann. Hierzu wird die erzeugte Energie ins Verhältnis zu der Fläche gesetzt, die eine Erzeugungsanlage und die für ihren Betrieb notwendige Rohstoffproduktion (Biogasanlage) in Anspruch nimmt. Mit Windkraftanlagen und Photovoltaik sind in der Regel höhere Energieerträge pro m² möglich als bei Bioenergie, die allerdings einfacher zu speichern ist.

Photovoltaik	
+ geringe spezifische Kosten + modulare Bauweise > flexible Anlagengröße + steile Lernkurve [2010: 2800 Euro/kW > 2019: 800 Euro/kW] + wartungsarm	- geeignete Dach- o. Freiflächen nötig - Witterungsabhängigkeit - ausschließlich Strombereitstellung
Anlageneffizienz: Amorphes Silizium: 10% Polykristallin: 18% Monokristallin: 23%	
Flächeneffizienz: 1ha Photovoltaik > 50% Flächennutzung > 5000 m ² > 1000 kWh/m ² *a > 5 GWh _{el}	
Potenzial:	Stützpfeiler Strombereitstellung



Flächeneffizienz im Vergleich

Da Dachanlagen keine zusätzlichen Flächen beanspruchen ist die Flächeneffizienz hier am größten.

Eine Windenergieanlage beansprucht im Betrieb mit durchschnittlich nur 0,26 ha vergleichsweise wenig Platz - im Schnitt deutlich weniger als ein halbes Fußballfeld. Je nach Gelände und Anlagentyp variiert der Flächenbedarf zwischen 0,15 bis 0,5 ha je Anlage für die Kranstellfläche und alle Versorgungswege.

Das Umfeld der Anlage kann weiterhin land- oder forstwirtschaftlich genutzt werden.

Die Flächeneffizienz im Vergleich (5):

Biogasanlage (12-18 MWh/ha/a), Freiflächen-Photovoltaik (340 MWh/ha/a),
Windenergieanlage 3 MW-Klasse (12.000 MWh/ha/a),
PV-Dachanlage theoretisch zum Vergleich (10.000 MWh/ha/a).



Erzeugungskosten PV-Anlagen

Die Landesregierung BW hat eigens eine Lobbyorganisation, den „Solar Cluster BW“ für die Förderung von Freiflächen PV Anlagen eingerichtet. In einem Video auf YouTube (2) sind interessante Zahlen zum Thema zu finden.

Erzeugungskosten für PV-Freiflächenanlagen sind konkurrenzlos niedrig!

Stromerzeugungskosten der Photovoltaik

Solar Cluster
Baden-Württemberg

Erfahrungswerte

PV-System	Stromkosten €Cent/kWh
PV-Aufdach 2 .. 10 kW	9 - 11
PV-Aufdach 10 .. 100 kW	7 - 10
PV-Aufdach 100 ... 750 kW	6 - 8
PV-Freifläche x MW	4,3 - 5,9

Quelle: Solar Cluster BW 2020

Drei Zahlen zum merken: 5, 8, 10

- Unter 5 ct / kWh bei Photovoltaik-Freifläche
- unter 8 ct / kWh bei mittleren Dachanlagen
- unter 10 ct / kWh bei kleinen Dachanlagen



Umweltverträglichkeit

Nabu und BSW haben ein gemeinsames Positionspapier für Photovoltaik-Freiflächenanlagen heraus gegeben. (1) Darin heißt es unter anderem:

„NABU und BSW sind sich einig, dass die vorhandenen Dachflächenpotenziale auf Eigenheimen, Gewerbe- und Industrieanlagen sowie Potenziale auf versiegelten Flächen möglichst umfassend und vorrangig erschlossen werden sollten.“

„Bereits heute werden naturschutzfachliche Belange von Anfang an berücksichtigt: bei der Solarpark-Standortwahl (standortspezifische Gegebenheiten wie Bodenwert, Vorbelastung, Lebensraumtyp etc.), bei der Projektierung sowie beim Betrieb mittels geeigneter Maßnahmen, einem Monitoring und einer naturschutzfachlichen Begleitung. So kann die Schaffung eines eingefriedeten Refugiums neuen Lebensraum für gefährdete Tiere und Pflanzen unter und zwischen den Modulreihen schaffen.“



Vor- und Nachteile der Photovoltaik auf Dächern bzw. im Freiland

In einem Positionspapier des BUND Bayern zu PVAs sind ausführlich die Vor- und Nachteile der jeweiligen Anlagen aufgeführt. (3)

Nachteile Dach PVA:

- Zubau kurzfristig nicht möglich,
- Beschattung und Neigungswinkel,
- Eigentumsverhältnisse,
- Statik reicht nicht,
- Erzeugungskosten doppelt so hoch.

Vorteile Dach PVA:

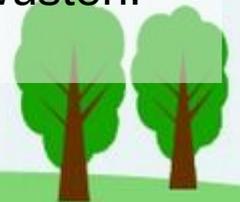
- kein Eingriff in die Natur,
- kein zusätzlicher Flächenbedarf,
- besonders bürgernah,
- dezentralster Einsatz der EE,
- naturverträglichste Form der EE.

Nachteile Freiflächen-Anlagen:

- Flächenkonkurrenz,
- treibt Preise für Flächen hoch,
- techn. Fremdkörper in der Landschaft.

Vorteile Freiflächen-Anlagen:

- engagierte Betreiber, Bürgergenossenschaften,
- flächeneffiziente Stromerzeugung,
- kostengünstig gegenüber Dachanlagen,
- attraktiv für landwirtschaftliche Betriebe, 2. Standbein,
- Anschluss ans Stromnetz technisch günstiger,
- bei guter Standortwahl positiv für Artenschutz,
- wertvolle Trittsteine in Agrarwüsten.



Mein Fazit 1

WEAs haben den geringsten Flächenbedarf (abgesehen von PVA auf dem Dach) und damit die höchste Flächeneffizienz.

Freiflächen PVAs in Ost-West Ausrichtung liefern zur Mittagszeit den größten Ertrag, Freiflächen PVAs mit senkrechten Modulen in Nord-Süd Aufstellung liefern am Morgen und am Abend den höchsten Ertrag, während über Mittag der Ertrag sinkt.

Flächeneffizienz? Dachanlagen benötigen keine zusätzlichen Flächen und haben daher die höchste Flächeneffizienz!

Folgender Vorschlag ist nur ein Gerüst mit Zahlen aus meinem Bauchgefühl heraus, indem die konkreten Zahlen erst durch wissenschaftliche Studien untermauert werden müssen!

1) Für die Region Stuttgart den gesamten (Strom-)Energiebedarf feststellen.

2) 80 % dieses Bedarfs per PVA und 80 % per WEA bereit stellen. Zugleich wird eine Stromspeicherkapazität für 2 Tage Dunkelflaute aufgebaut. Scheinen Sonne und weht der Wind zugleich, so werden 160 % des Bedarfs erzeugt. Die überschüssigen 60 % können/sollten für Sonne- und Windflauten gespeichert werden. Überschüssiger Strom wird auch für Regionen bereit gestellt, die gerade eine Wind- und Sonnenflaute haben.

Die Anzahl der WEAs mit deren Flächenbedarf sowie der eventuelle Flächenbedarf für Freiflächen PVAs lassen sich daraus abschätzen. Die entsprechenden Flächen werden sofort für diese Anlagen reserviert.



Mein Fazit 2

3) PVAs auf Dächern werden bevorzugt gegenüber PVAs auf Flächen behandelt. Das Potential für PVAs auf Dächern in der Region feststellen. Den Zeitraum für die Realisierung dieser Anlagen auf den Dächern abschätzen. Sollten die 80 % des gesamten Energiebedarfs daraus vor 2030 (?) nicht befriedigt werden können, so kann der restliche Bedarf über Freiflächen PVAs bereit gestellt werden. Diese Freiflächen PVAs können sofort realisiert werden. Bevorzugt mit senkrechten Wänden in Nord – Süd Richtung. Darüber hinaus gibt es keine weitere Genehmigungen für Freiflächen PVAs.

4) Unabhängig davon sollte intensiv nach Einsparpotentialen gesucht und diese auch so schnell wie möglich realisiert werden, um den Strombedarf so gering wie nur möglich zu halten!

Also **soviel PVAs auf Dächern wie möglich und so wenig PVAs auf Freiflächen wie nötig**, um 2030 das Ziel klimaneutral für die Region (= 1,5 ° Ziel nach Paris) erreichen zu können.

Schon anhand dieses groben Konzepts kann abgeschätzt werden, in welcher Zeit wieviel Fläche für die regenerative Energieerzeugung benötigt wird. **Die Flächen werden nur an Bürgerenergie Genossenschaften vergeben**, um die Akzeptanz bei den Bürgern zu steigern und die Demokratisierung der Energieversorgung zu fördern.





Danke für Euere Aufmerksamkeit!

Noch Fragen?



Abkürzungen

- Agri-PVA – Anlage mit landwirtschaftlicher Nutzung zwischen und unter den Modulen
- BSW – Bundesverband Solarwirtschaft e.V.
- EE – Erneuerbare Energieerzeugung
- NABU – Naturschutzbund Deutschland e.V.
- PVA – Photovoltaik Anlage
- WEA – Windenergie Anlage



Quellen

(1) NABU & BSW: Kriterien für naturverträgliche FF-PVAs:

<https://www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen>

(2) Solar Cluster BW Vortrag bei YouTube:

<https://youtu.be/bbeTtTRr4pk>

(3) BUND Bayern Positions Papier zu PV-Anlagen:

<https://www.bund-naturschutz.de/fileadmin/>

(4) PV-Netzwerk, doppelseitige PV-Module:

<https://www.photovoltaik-bw.de/pv-netzwerk/>

(5) Flächeneffizienz im Vergleich, MdL Martin Stümpfung:

<https://www.martin-stuempfig.de/>

