

Agri-PV mit dezentraler Wasserstoffherzeugung



Überblick

Der Ausbau der Photovoltaik in Deutschland schreitet weiter zügig voran. Im Jahre 2024 betrug der Zubau knapp 17 GW, die gesamte installierte Leistung beträgt nun ca. 98 GW. Neben den Dachflächen bieten dabei auch landwirtschaftlich genutzte Flächen großes Potenzial.

Im Bodenseeraum zeigen sich die Bedingungen für Agri-PV als besonders geeignet. Zum einen erreicht die Solareinstrahlung mit bis zu 1200 kWh/m² Spitzenwerte innerhalb Deutschlands, zum anderen haben Langzeitstudien ergeben, dass die meisten der hier angebaute Obstsorten ohne maßgebliche Ertragsverluste auf die PV-Nutzung reagieren. Darüber hinaus hat kann die PV weitere positive Effekte wie gleichzeitigen Hagel-schutz, geringere Wasserverdunstung und

geringeren Einsatz von Pflanzenschutzmitteln mit sich bringen.

Problematik

Mit größerem werdendem Anteil Strom aus Wind- und Sonnenenergie steigen aufgrund der hohen zeitlichen und regionalen Ungleichmäßigkeit der Erzeugung die Kosten für den Ausbau der Übertragungs- und Verteilnetze drastisch an. Des Weiteren nimmt die Volatilität der Strompreise immer weiter zu: In Zeiten mit viel Wind und Sonnenenergie fallen die Großhandelspreise teilweise unter null, in Zeiten der Dunkelflaute erreichen sie neue Rekordwerte.

Dies kann dazu führen, dass die Einspeisung von Strom ins Mittelspannungsnetz seitens des Stromversorgers Betreibers nicht mehr oder nur noch begrenzt möglich ist. Ferner ist mittelfristig mit weiter sinkenden

Einspeisevergütungen zu rechnen. Bereits heute betragen die Ertragsverluste großer Anlagen mehr als 10%, weil zu Zeiten mit negativen Strompreisen keine Einspeisevergütung mehr gezahlt wird.

Lösungsansatz

Ein Lösungsansatz liegt für Betreiber von großen PV-Anlagen (z.B. Agri-PV) in der Entkoppelung der Erzeugungs- und Einspeisezeiten von Strom, also in der intelligenten Zwischenspeicherung des erzeugten Stromes. Damit kann nicht nur der Eigenverbrauch erhöht werden, sondern insbesondere der Strom dann verkauft werden, wenn dafür am Markt ein besserer Preis erzielbar ist. Deswegen wird die Installation von großen Stromspeichern auf den Feldern in Zukunft deutlich zunehmen.

Darüber hinaus kann in Zukunft eine Speicherung und Vermarktung der erzeugten Energie in Form von Wasserstoff eine ökonomisch wie ökologisch sinnvolle Lösung sein.

Energiekonzept

Im konkreten Fall wurde für eine Kommune ein Energiekonzept mit Agri-PV, Wasserstoffherzeugung und Versorgung eines angrenzenden kleinen Wohnquartiers untersucht.

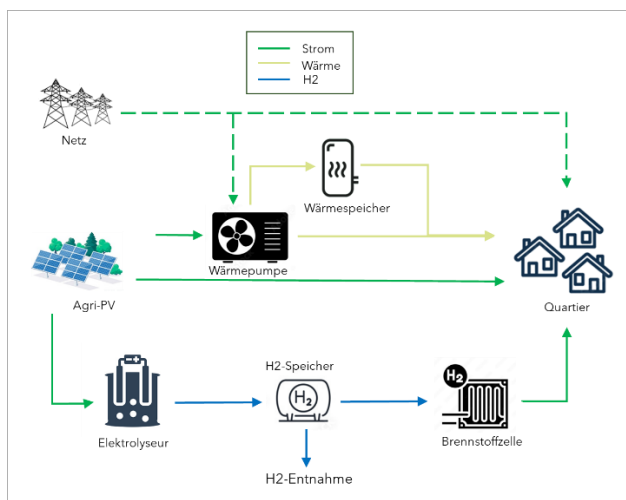


Bild 1: Energiesystem mit Agri-PV, H2-Erzeugung und Quartiersversorgung

Dieses Konzept (siehe Bild 1) besteht aus folgenden Elementen:

- Wärmebedarf Quartier wird über ein Nahwärmenetz gedeckt (Quartier grenzt an PV-Erzeugungsflächen).
- Nahwärmenetz wird über eine zentrale (Groß-)Wärmepumpe mit zentralem Wasserspeicher gedeckt.
- Strom für Wärmepumpe und Strombedarf des Quartiers wird durch Agri-PV-Anlage gedeckt.
- Überschuss-Strom wird mit Elektrolyseur zu grünem Wasserstoff und lokal gespeichert.
- Abwärme des Elektrolyseurs wird direkt im Nahwärmenetz verwertet.
- Wasserstoff wird zu geringeren Anteilen mit Brennstoffzelle rückverstromt, zu größeren Anteiles dem Speicher entnommen und verkauft.
- Die Investitionskosten des Systems werden durch die Erträge aus dem Verkauf des grünen H2 und durch die entfallenden Energiekosten im Quartier amortisiert.

Ergebnisse

Im Zentrum der Betrachtung stand die Frage, ob und wie ein solches System wirtschaftlich konkurrenzfähig zur klassischen reinen Stromvariante sein kann.

Dabei zeigt sich, dass die Wirtschaftlichkeit des Gesamtsystems im Wesentlichen durch zwei Faktoren bestimmt wird:

1. Investitionskosten der Wasserstoff-Komponenten
2. Erlöse aus dem verkauften Wasserstoff

Dabei ist insbesondere die Speichergröße des H2-Speichers limitiert, um die Investitionskosten in Grenzen zu halten. Prinzipiell ergeben sich folgende Optionen für Speicherung und Verwertung des Wasserstoffs:

- Einspeisung ins Erdgasnetz (abhängig vom Gasversorger)
- Einspeisung ins Wasserstoffnetz (frühestens ab 2035)
- Verkauf an dezidierte Abnehmer (Tankstelle, Bodenseeschiffahrt etc.)
- Verkauf über H2-Marktplatz

Weil die Einspeisung in ein Gasnetz aktuell nicht etabliert ist, wurde ein System mit lokaler Speicherung und regelmäßigem Abtransport des erzeugten grünen Wasserstoffs angesetzt (Tauschfrequenz im Sommer ca. 2-3 mal die Woche).

Die Energieversorgung des Wohnquartiers spielte im konkreten Fall eine eher untergeordnete Rolle. Der Strombedarf (inklusive Wärmepumpe) des Quartiers betrug weniger als 10% des Stromertrags der PV-Anlage.

Wirtschaftlichkeit

Agri-PV-Anlagen bis 2,5 ha (ca. 2 MWp) mit begrenztem Eigenverbrauchspotenzial erreichen bei heutigen Einspeisevergütungen von 9 ct/kWh i.d.R. Amortisationszeiten von 10-12 Jahren. Aus den beschriebenen Gründen ist mittelfristig hier eher eine Tendenz zu längeren Amortisationszeiten gegeben.

Mit dem dargestellten Wasserstoffsystem können Amortisationszeiten um 10 Jahre erzielt werden, wenn die Möglichkeiten eines solchen Systems voll ausgeschöpft werden:

- Verkauf des erzeugten Wasserstoffs zu Preisen > 8 €/kg. Der Endverbraucherpreis für grünen Wasserstoff an Wasserstofftankstellen betrug Ende 2023 ca. 15 €/kg.
- Erhöhung der Auslastung des Elektrolyseurs durch Hinzunahme von günstigem Netzstrom auf Basis eines dynamischen Stromtarifs.
- Ausnutzung geeigneter Fördertöpfe (Förderquote 30-40% möglich).

Ausblick

Die vorliegende Studie zeigt, dass die Speicherung und der Verkauf von dezentral erzeugtem Strom in Form von grünem Wasserstoff unter bestimmten Bedingungen heute schon ähnlich wirtschaftlich wie die Einspeisung von Strom zu einem fixen Einspeisetarif sein kann.

Dabei ist mit weiter sinkenden Preisen der Wasserstoffkomponenten, allerdings auch mit sinkenden Preisen beim Verkauf von Wasserstoff zu rechnen.

Durch die Kombination von Stromspeicherung und Wasserstoffherzeugung kann das Potenzial von billigem Netzstrom - unter Einsatz eines intelligenten Energiemanagements - weiter optimiert und die Gestehungspreise für grünen Wasserstoff weiter gesenkt werden.

Auf mittel- bis langfristige Sicht kann die Wirtschaftlichkeit des Wasserstoffsystems auch durch die Einspeiseoption in ein Wasserstoff- oder Gasnetz und die Vermarktung des Sekundärproduktes Sauerstoff gesteigert werden.