

Hintergrundpapier

Stand September 2022

Agri-Photovoltaik (Agri-PV)

Grote, U.; Lewandowski, I.

Anmerkung

Dieses Hintergrundpapier fasst die wichtigen Kernaussagen und Diskussionspunkte verschiedener Workshops zu diesem Thema zusammen, die unter Federführung der o. g. Autorinnen im Zeitraum März bis September 2022 mit Beteiligung externer Stakeholder durchgeführt wurden. Es handelt sich nicht um ein Positionspapier des Bioökonomierats. Die Inhalte, Betrachtungsweisen und Schlussfolgerungen stellen keine Handlungsempfehlungen oder Ergebnisse des Bioökonomierats der Bundesregierung dar, sondern spiegeln ausschließlich die Inhalte der Expert:innengespräche wider.

Zusammenfassung

Die Agri-Photovoltaik (Agri-PV) beschreibt speziell entwickelte Photovoltaikanlagen, die über oder auf landwirtschaftlichen Nutzflächen installiert werden und durch spezifische technische Modifikationen eine Weiterführung der landwirtschaftlichen bzw. ackerbaulichen Produktion unter oder mit der Anlage ermöglichen. Durch die kombinierte Nutzung der landwirtschaftlichen Flächen für die Energie und Nahrungsmittelproduktion kann die Agri-PV zu einer Steigerung der Flächenproduktivität beitragen. Während die Stromerträge pro Fläche mit steigender Dichte der Photovoltaikmodule zunehmen, sinkt allerdings zugleich der Anteil des für die Pflanzen verfügbaren Lichts. Damit ändern sich auch ggf. die landwirtschaftlichen Erträge. Diese können sinken, wenn die Lichtverfügbarkeit der limitierende Faktor des Pflanzenwachstums ist, aber auch steigen, wenn vor allem die Wasserverfügbarkeit limitierend wirkt. Außerdem treten durch die Aufständigung der Agri-PV-Anlage Flächenverluste auf, die in Abhängigkeit von Anlagendesign und Bewirtschaftungsart variieren können und gemäß DIN SPEC 91434 „Agri-Photovoltaik-Anlagen - Anforderungen an die landwirtschaftliche Hauptnutzung“ 10-15 % betragen können. Daher steht dem hohen Potenzial zum schnellen Ausbau der Photovoltaik-Anlagen in der Landwirtschaft die mögliche Verringerung der Agrarproduktion gegenüber. Daher gilt es

Wege zu finden, den Ausbau von Agri-PV so zu gestalten, dass möglichst viele Synergien mit der landwirtschaftlichen Produktion, wie etwa dem Schutz vor Wetterextremen (z. B. Hagel, Dürre), realisiert werden können, ohne dass es zur kritischen Verringerung von produktiver Agrarfläche und Produktionsmenge kommt.

1. Was ist der konkrete Beitrag von Agri-PV zur Erreichung der Ziele der Diversifizierung der Landbewirtschaftung?

Verringerung der Inputabhängigkeit von landwirtschaftlichen Systemen

Durch Agri-PV können die landwirtschaftlichen Betriebe eigenen Strom produzieren, der sie unabhängig von extern eingekauftem Strom macht und im Hinblick auf technische Entwicklungen (z. B. Elektrifizierung Landmaschinerie) das Potenzial bietet, zukünftig den Autarkiegrad landwirtschaftlicher Betriebe zu steigern und zugleich deren CO₂-Ausstoß zu reduzieren.

Ressourcenschonende Energieerzeugung

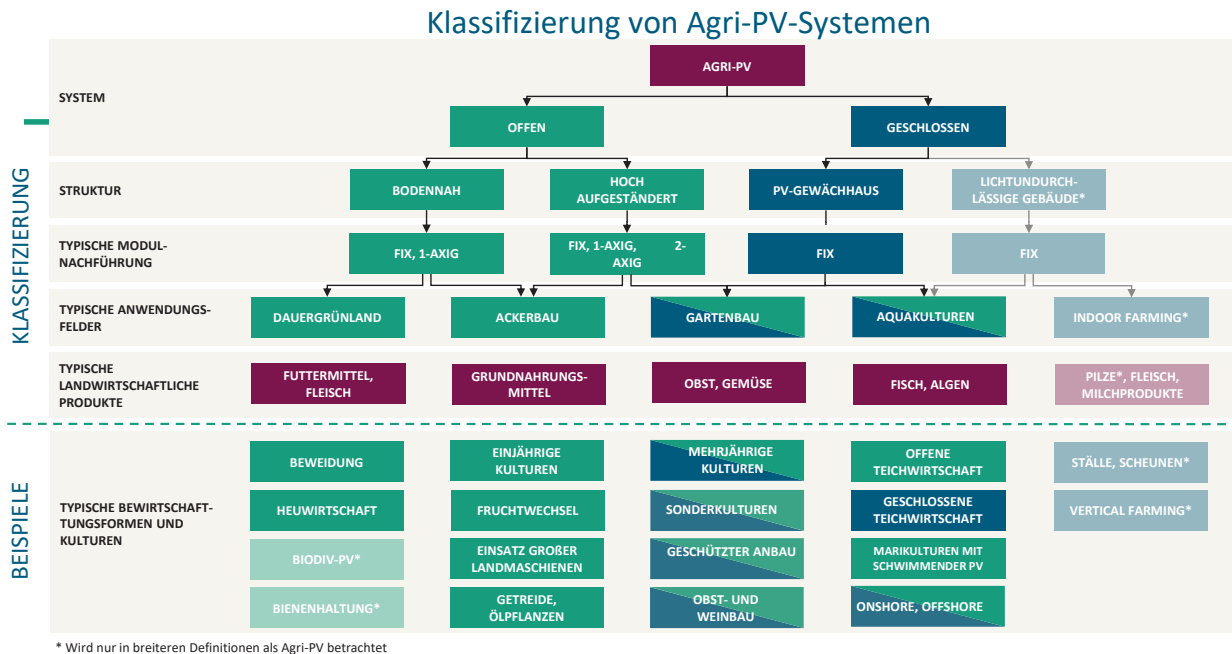
Durch kombinierte Produktion von Agrarprodukten und Energie auf derselben Fläche kann Agri-PV mit hoch aufgeständerten Anlagen die LER (land equivalent ratio) in Mitteleuropa von 1 bei reiner Agrarnutzung typischerweise auf 1,6 bis 1,8 erhöhen. Je nach Klimazone angebauten Kulturen und Bewirtschaftung sind auch LER-Werte von über 2 erreichbar. Dabei verringert sich die landwirtschaftliche Fläche und Produktivität umso weniger, je besser Synergien zwischen der Agri-PV und der Agrarproduktion genutzt werden. Diese können - wie etwa eine Beschattung durch Agri-PV in heißen und trockenen Regionen - sogar zu einer Erhöhung der landwirtschaftlichen Produktivität führen. Allerdings muss unter momentan in Deutschland vorherrschenden Klimabedingungen und Bewirtschaftungsformen davon ausgegangen werden, dass beim Einsatz konventioneller Landmaschinen Flächenverluste, durch die mit großen Maschinen nicht bewirtschaftbaren Flächen unter den Modulen, entstehen (beträgt 8 % bei der Anlage in Heggelbach). Außerdem wird davon ausgegangen, dass sich durch die Änderung des Mikroklimas und der Lichtverfügbarkeit im deutschen Ackerbau bei einer PV-Bedeckung zwischen 20 % und 40 % der landwirtschaftliche Ertrag durchschnittlich um ca. 20 % verringert.

Bereicherung der Einkommensmöglichkeiten in der Landwirtschaft

Der produzierte Strom kann verkauft oder für den Eigenbedarf auf dem Betrieb eingesetzt werden. Hierdurch können auch neue Geschäftsfelder entstehen. Beispiele dafür sind die Weiterverarbeitung (z. B. Trocknung) der Ernteprodukte zu höherwertigen Produkten oder die gekoppelte Herstellung von Produkten, deren Herstellung energieintensiv ist, z. B. Wasserstoff (Power-to-X).

2. Was ist der Stand der Agri-PV-Technik zur Realisierung dieser Ziele?

Die folgende Abbildung zeigt eine Vielfalt an möglichen Agri-PV-Technologien, die kontextspezifisch angewandt werden können. Hierbei ist anzumerken, dass gemäß DIN SPEC 91434 lediglich offene Systeme als Agri-PV klassifiziert werden.



17

© Fraunhofer ISE
FHK-SK-ISE-INTERNAL

Fraunhofer
ISE

Momentan sind vor allem offene, also Freilandanlagen installiert bzw. in der weiteren Planung. In Deutschland sind Anlagen mit einer Leistung von knapp 20 MW installiert (Stand Sommer 2022).

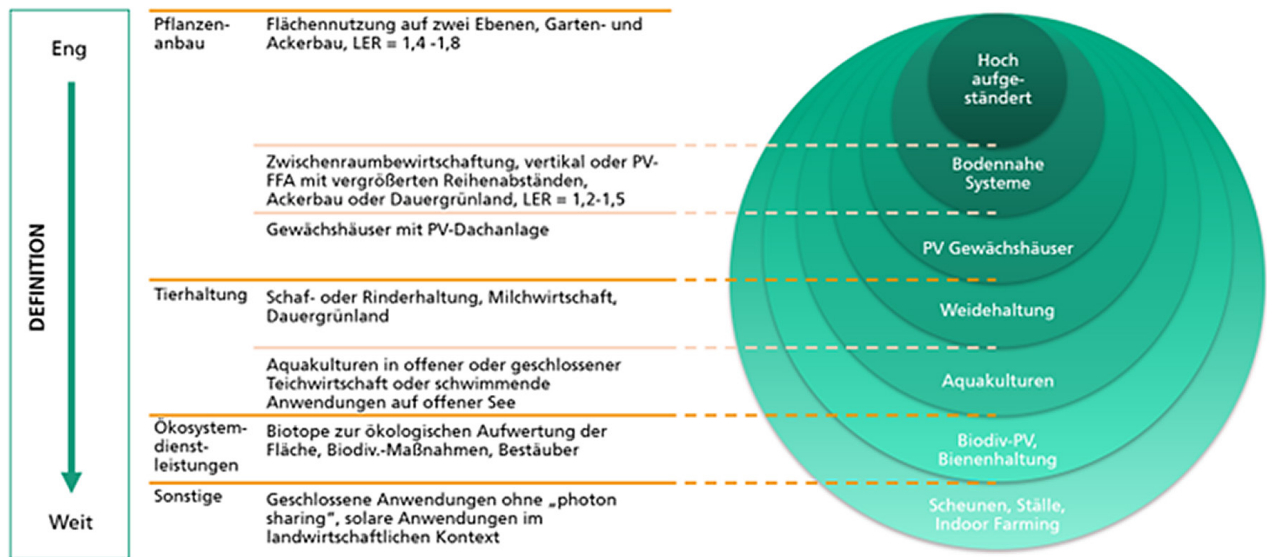
Im Vergleich dazu hat China Agri-PV-Anlagen mit einer Leistung von 15 – 60 GW (je nach Definition von Agri-PV) installiert.

In Deutschland sind hoch aufgeständerte Anlagen (> 2,10 m Durchfahrts Höhe) vor allem aufgrund der höheren Kosten für die Unterkonstruktion teurer als bodennahe Anlagen. Sie haben jedoch eine höhere LER (1,4-1,8, Abb. 2), sind bei ausreichenden Reihenabständen gut bewirtschaftbar und bieten durch die Teilüberdachung eine höhere Bandbreite möglicher Synergien, wobei eine gleichmäßige Niederschlagsverteilung gewährleistet sein muss.

Bodennahe Agri-PV-Anlagen mit einer Durchfahrts Höhe < 2,10 m, bei denen überwiegend eine Bewirtschaftung zwischen den Reihen praktiziert wird, weisen typischerweise eine geringere LER von 1,2 - 1,4 auf. Die Vorteile bodennaher Anlagen liegen vor allem in deren geringeren Kosten, einem möglichen Windschutz für die Kulturen sowie in einer tendenziell weniger starken Beeinträchtigung des Landschaftsbilds und der Niederschlagsverteilung.

Agri-Photovoltaik

Hierarchie möglicher Definitionen



2
© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-INTERNAL

Fraunhofer
ISE

Hoch aufgeständerte Anlagen nutzen die Landfläche hingegen effizienter und können den landwirtschaftlichen Kulturen einen größeren Schutz vor negativen Umwelteinflüssen bieten, z. B.

- Schutz vor Dürreschäden, d. h. vor hohen Bodentemperaturen, Verdunstungsraten und Austrocknung des Bodens bei heißen Wetterperioden durch Beschattung -> Einsparung von Bewässerung,
- Schutz vor Starkregen und Hagel,
- Schutz vor Frostschäden.

In Anbetracht der geringeren Stromgestehungskosten von bodennahen Agri-PV-Anlagen im Vergleich zu hoch aufgeständerten Agri-PV-Anlagen wird erwartet, dass im Rahmen der kompetitiven EEG-Ausschreibungen eher bodennahe Anlagen installiert werden.

Nach der Klassifizierung in Abbildung 1 müssen offene Agri-PV-Anlagen nicht immer auf pflanzenbaulich genutzten Flächen stehen, sondern könnten auch als Beekeeping oder Biodiversitäts-PV gestaltet werden, wodurch allerdings die Abgrenzung zu Freiflächenanlagen schwierig wird. Bisher gibt es keine Kriterien zur Klassifikation für Biodiversitäts-PV-Anlagen.

Agri-PV-Anwendungen in Sonderkulturen, bei denen viel Material wie Folien oder Netze z. B. zum Hagelschutz benötigt werden bzw. die besonders anfällig für negative Umwelteinflüsse wie Frost oder Starkregen sind, besitzen ein besonders hohes Synergiepotential. Beispiele dafür sein Gemüseanbau, Obst- und Weinbau.

3. Was sind mögliche auftretende Zielkonflikte und Hemmnisse zur nachhaltigen Umsetzung?

Ein relevanter Zielkonflikt wird in der Beeinträchtigung des Landschaftsbildes durch Agri-PV und der damit verbundenen gesellschaftlichen Akzeptanz gesehen. Ein weiterer Zielkonflikt, in dem die Gestaltung von Agri-PV-Anlagen steht, ist das Ziel einer zusätzlichen Energie- bzw. Stromerzeugung von der vorhandenen Agrarfläche und dem gleichzeitigen Erhalt der Agrarfläche für die Produktion von Lebensmitteln. So können unter Produktionsbedingungen in Deutschland einerseits ca. 0,2 bis 0,8 MW Strom je Hektar durch Agri-PV erzeugt werden. Gleichzeitig werden aber durch die Aufstellung der PV-Anlage im deutschen Ackerbau bis zu 10-15 % der Fläche in Anspruch genommen und gehen damit der Agrarproduktion verloren. Je nach Pflanzenart, Standortverhältnissen, Jahreswitterung und PV-Belegung kann sich die Produktivität der Kulturpflanzen unter der Anlage um bis zu 33 % verringern. Hingegen wird in Trockenjahren davon berichtet, dass die Produktivität unter der Anlage leicht über der nicht beschatteten Fläche liegen kann.

Insgesamt stellt sich daher die Frage wie die Agrarfläche in Deutschland am sinnvollsten genutzt wird. Die Antwort hängt dabei auch wesentlich von der Güte der Fläche und den vorherrschenden klimatischen Bedingungen ab: An landwirtschaftlichen Hohertragsstandorten mit fruchtbaren Böden sollte der Erhalt der landwirtschaftlichen Produktivität im Vordergrund stehen, während sich Standorte mit geringer Bodengüte und folglich geringerem Stellenwert für die landwirtschaftliche Produktion eher für die Solarstromproduktion anbieten. Unabhängig von der Bodengüte kann die Agri-PV insbesondere an Standorten mit zunehmend trocknen Anbaubedingungen auch dazu beitragen, die landwirtschaftliche Produktivität durch eine Verbesserung des Mikroklimas zukünftig zu erhalten. Insgesamt ist beim Thema Flächennutzungskonkurrenz das Ziel von 4 % Stilllegungsfläche und die aktuell beim Bau einer Agri-PV-Anlage noch zu treffenden Ausgleichsmaßnahmen kontraproduktiv. Stattdessen sollten Wege gefunden werden, die bei der Konstruktion von Agri-PV-Anlagen entstehenden, nicht-bewirtschaftbare Flächen aktiv für biodiversitätssteigernde Maßnahmen zu nutzen. Um die Gefahr der Etablierung problematischer Ackerbeikräuter zu minimieren und den Herbizideinsatz zu reduzieren, sind hierfür aktive Maßnahmen wie das gezielte Einsäen von Blühstreifen notwendig, die ggf. auch durch Fördermaßnahmen zu unterstützen sind.

Um die Gefahr der teilweisen Bindung von Agrarfläche durch die Installation von Agri-PV zu verringern, sollte PV für überbaute oder versiegelte Flächen prioritär behandelt werden (Autobahnen, Dächer). Allerdings sind solche PV-Anlagen in der Regel teurer als Freiflächenanlagen und/oder baurechtlich schwerer umzusetzen. Zugleich reicht das vorhandene Potenzial nicht dazu aus, die Ziele zum Ausbau der erneuerbaren Energien zu

erreichen, sodass die Energiewende nicht allein durch diese Maßnahmen gelingen kann. Ein zügiger Ausbau von alternativen Technologien wie der Agri-PV ist daher notwendig.

Allerdings sind Agri-PV-Anlagen aufwendiger und teurer als reine Freiflächenanlagen ohne integrierte Agrarproduktion. Daher muss sichergestellt werden, dass als Agri-PV genehmigte und installierte Anlagen nicht real als Freiflächenanlagen ohne Agrarproduktion geführt werden. Freiflächenanlagen sind aufgrund ihrer geringen Stromgestehungskosten besonders bei Investoren beliebt, da sie auf Pachtflächen eine weitaus höhere Rendite als Agri-PV-Anlagen erzielen. Freiflächenanlagen werden aktuell tendenziell vermehrt außerhalb von Ausschreibungen nach dem EEG errichtet. Damit entfällt die Lenkungswirkung des EEG zum Schutz landwirtschaftlicher Böden und die Pachtpreise können regional überproportional ansteigen.

Agri-PV-Anlagen könnten auch für die ohnehin schon extensiv genutzten Dauergrünlandflächen sowie in Kombination mit Tierhaltung interessant sein. Während Letzteres noch nicht abschließend geklärt ist, ist die Installation von Agri-PV-Anlagen auf Grünlandflächen im neuen EEG berücksichtigt. Entscheidend dabei ist, eine klare Abgrenzung zu herkömmlichen Freiflächen-Anlagen (z. B. mit Schafbeweidung zur Pflege) zu gewährleisten.

Kleinere Agri-PV-Anlagen (< 500 kWp) sind für eine Realisierung seitens landwirtschaftlicher Betriebe vermutlich realistischer, da Anlagen dieser Größenordnung vom landwirtschaftlichen Betrieb selbst gebaut, finanziert und betreut werden können. Zudem kann der Betrieb an der Wertschöpfung der Anlage z. B. in Form einer Eigenstromnutzung teilhaben. Bei größeren Agri-PV-Anlagen ist tendenziell von externen Investoren auszugehen, während der landwirtschaftliche Betrieb vermutlich nur für die Pflege von Flächen eingesetzt und entlohnt wird und damit nur in geringem Umfang an der Wertschöpfung beteiligt ist.

Für landwirtschaftliche Betriebe spielen die europäischen Direktzahlungen eine wichtige Rolle. Für den Ausbau der Agri-PV ist es daher sinnvoll, wenn die Flächen durch die Umsetzung solcher Vorhaben nicht ihre Förderfähigkeit verlieren. Vorteilhaft ist dabei auch, dass hierdurch die Ackerfläche in der Kontrolle durch die lokalen Landwirtschaftsämter bleibt. Diskussionspunkt ist hier, inwieweit die landwirtschaftliche Tätigkeit durch die Solarnutzung tatsächlich eingeschränkt ist. Je nach Agri-PV-System können mindestens 85 % einer Fläche weiterhin landwirtschaftlich genutzt werden. Der derzeitige Wortlaut der nationalen Direktzahlungen-Durchführungsverordnung (DirektzahlDurchfV), die landwirtschaftlichen Flächen mit jeglicher Art von Solaranlagen pauschal von den Direktzahlungen ausschließt, führt jedoch zu einer erheblichen Rechtsunsicherheit für landwirtschaftliche Betriebe, was den Agri-PV-Ausbau hemmt. Da dies in anderen EU-Ländern wie in Frankreich nicht der Fall ist, ergibt sich ein unmittelbarer Wettbewerbsnachteil für

die deutsche Landwirtschaft, aber auch für die Ökonomie rund um die Planung, Errichtung, Wartung und den Betrieb solcher Anlagen. Eine Berücksichtigung der Agri-PV im Rahmen der DirektzahlDurchfV würde diese Rechtsunsicherheit beseitigen. Dies ist mit Einführung der neuen GAP-Regelungen ab Januar 2023 oder Januar 2024 geplant, wo nun mehr bis zu 85 % der Direktzahlungen bei der Doppelnutzung der Flächen mit Agri-PV erhalten werden können.

4. Was sind mögliche Handlungsempfehlungen zur Überwindung dieser Hemmnisse und zur Unterstützung des nachhaltigen Einsatzes von Agri-PV?

Rechtliche Rahmenbedingungen

EEG

- Ausweitung der „Technologieprämie“ für hoch aufgeständerte Anlagen auch unter 1 MW und Anlagenkombinationen in der Innovationsausschreibung des EEG
- Bei Regelausschreibungen: eine Erhöhung der „Technologieprämie“ für hoch aufgeständerte Anlagen auf 2 Cent/kWh, um Anlagen mit höherer LER zu fördern oder vorrangiges Zuschlagsvolumen

Genehmigungsrecht

- Privilegierung an Eigentümerschaft des Landwirtschaftsbetriebs koppeln (inklusive z. B. Energie-Genossenschaft). Ziel: Einkommenssicherung und Erhalt der Agrarfläche
- Um eine Teilhabe der landwirtschaftlichen Betriebe zu gewährleisten, sollten auch kleinere Anlagen gefördert werden
- Festlegung von Kriterien zur Prüfung der in der DIN SPEC 91434 definierten Mindestanforderungen zur Abgrenzung von herkömmlichen Freiflächen-PV-Anlagen.
- Teilprivilegierung von Agri-PV: < 2 Hektar, baugenehmigungsfrei (ohne Flächennutzungsplan), und generell für Gartenbaubetriebe

Forschungsbedarf

- Begleitforschung zur Agri-PV-Umsetzung muss Hand in Hand gehen mit der Installation der Anlagen. Da die Zeit für eine erfolgreiche Energiewende drängt, sollte nicht erst weitere Forschung vor der Umsetzung abgewartet werden, sondern auch forschen und Umsetzung mit höherer Förderung möglich machen.
- Wie kann der Stahleinsatz bei der Aufstellung reduziert werden?
- Welche Pflanzen reagieren wie auf die PV-Modulverschattung?
- Machbarkeit von Agri-PV mit Paludikulturen auf wiedervernässten Moorböden demonstrieren
- (Weiter-)entwicklung semi-transparenter PV-Module für selektive Adsorption der Lichtspektren und Optimierung der agrarischen Erträge

- Ackerbauliche Nutzung von bodennah-aufgeständerten Agri-PV-Anlagen (bisherige Versuche ausschließlich mit hochaufgeständerten)
- Kombination mit Farmrobotern und/oder GPS-Lenksystemen
- Anwendung in semi-ariden und ariden Regionen und Kopplung mit intelligenten Bewässerungssystemen

Synergien schaffen (wie schaffen wir welche?)

- Agri-PV muss einen Zusatznutzen für Landwirte bringen (z. B. Deckung Eigenstrombedarf, Zaunfunktion, Hagelschutz, Power-to-X, im landwirtschaftlichen Bereich – Energie, Ammoniak) -> Genehmigung und Rahmenbedingungen daran anpassen
- Differenzierte Betrachtung jedes Standortes für die beste Lösung ist notwendig!

DIN SPEC 91434

Es ist eine Nachschärfung erforderlich, insbesondere:

- Welche Kriterien müssen erfüllt werden, um die landwirtschaftliche Hauptnutzung sicherzustellen? Bisher liegt der Grenzwert bei mindestens 66 % der Produktivität, die im Vergleich zur nicht überbauten Fläche erbracht werden. Dies könnte auch auf 70 – 80 % erhöht werden.
- Kontrolle der Einhaltung der DIN-SPEC. Bisher ist nicht klar definiert, wer diese durchführen darf. Entweder muss das durch die Landwirtschaftsämter oder durch private Prüfer:innen, die eine spezielle Akkreditierung zur Prüfung der Einhaltung der DIN SPEC benötigen, erfolgen.
- Umgang bei Nichteinhaltung. Ist in der DIN SPEC klar definiert, was passiert, wenn deren Kriterien nicht eingehalten werden können? Anders als in Japan, wo der Rückbau zur Investitionshemmnis führt, wären Strafzahlungen oder Ähnliches sicherlich sinnvoller (dann aber vom Anlagenbetreiber und nicht von Landwirt:innen)
- Anpassung der Berechnung der Flächenverluste: Aktuell würde bei einer hochaufgeständerten Anlage wie in Heggelbach der nicht-bearbeitbare Streifen nicht als Flächenverlust gelten, da diese Fläche theoretisch bei Bewirtschaftung in anderer Richtung wieder kultiviert werden kann, sodass am Ende nur der Platzbedarf des Pflanzens als Verlust zählen würde. Faktisch entstehen aber immer wieder größere Streifen (unabhängig von der Bearbeitungsrichtung), die im jeweiligen Jahr nicht bewirtschaftet werden können.
- Ähnlich ist die Situation bei bodennahaufgeständerten Anlagen, bei denen lediglich die projizierte Fläche der PV-Modultische zählt, wohingegen die 50 cm oder mehr Bearbeitungsabstand zwischen landwirtschaftlichen Maschinen und PV-Modulreihen als landwirtschaftlich nutzbare Fläche zählen.
- Schützen des Begriffs Agri-PV gemäß der Definition aus der DIN SPEC. Diese ist vermutlich nicht im Rahmen der DIN SPEC möglich, aber definitiv notwendig

Kommunikation

- Die Bandbreite verschiedener Agri-PV-Systeme vermitteln

Kontextabhängige, differenzierte Betrachtung und Gestaltung von Anlagen notwendig!

- Keine generell präferierte Technologie, die passendste für den jeweiligen Kontext aussuchen
- Klimarelevanz und Umweltschutz muss integrativ betrachtet werden

Internationale Perspektive

Internationale Perspektive ist sehr wichtig!

„Die Agri-PV-Welt sieht in einer Welt mit nur 200 – 300 mm Niederschlag ganz anders aus“

Quellen

- BMBF Teilprojekt BioökonomieREVIER PLUS: „Innovationscluster Bioökonomie-REVIER“ „Forschungsverbund Modellregion Bioökonomie im Rheinischen Revier“ <https://www.biooekonomierevier.de/start>
- Modellregion für nachhaltige Bioökonomie. Regional.innovativ.zirkulär: Koppelung von Photovoltaik und Pflanzenproduktion (AgriFEe) https://www.biooekonomierevier.de/Innovationslabor_APV_2_0
- Fraunhofer ISE (2022): Agri-Photovoltaik: Chance für Landwirtschaft und Energiewende – Ein Leitfaden für Deutschland. April 2022 <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/agri-photovoltaik-chance-fuer-landwirtschaft-und-energiewende.html>
- Trommsdorff et al. (2021): Begleitforschung im Forschungsnetzwerk Erneuerbare Energien – Photovoltaik – Themensteckbrief der Arbeitsgruppe Agri-Photovoltaik. Hrsg: PtJ, Forschungsnetzwerke Energien. https://www.uni-hohenheim.de/uploads/media/Themensteckbrief_Agri-PV.pdf
- DIN SPEC 91434:2021-05 Agri-Photovoltaik-Anlagen – Anforderungen an die landwirtschaftliche Hauptnutzung. Berlin: Beuth Verlag. <https://www.din.de/de/wdc-beuth:din21:337886742>