

Max Trommsdorff

Landnutzung im Wandel
am 08.11.22, Berlin
www.ise.fraunhofer.de

— —

Agri-Photovoltaik: Stand der Entwicklung und
Möglichkeiten zur Skalierung

Agri-Photovoltaik: Stand der Entwicklung und Möglichkeiten zur Skalierung

Inhaltsverzeichnis

1. Herausforderung Energiewende
2. Agri-PV: Definitionen, Klassifizierung und DIN SPEC 91434
3. Stand der Forschung
4. Agri-Photovoltaik am Fraunhofer ISE



1. Agri-PV und die Herausforderungen der Energiewende

Politische Ziele, Realität, Bedarf

■ Treibhausgasemissionen

- bis 2030: -55%
- bis 2050: -100%

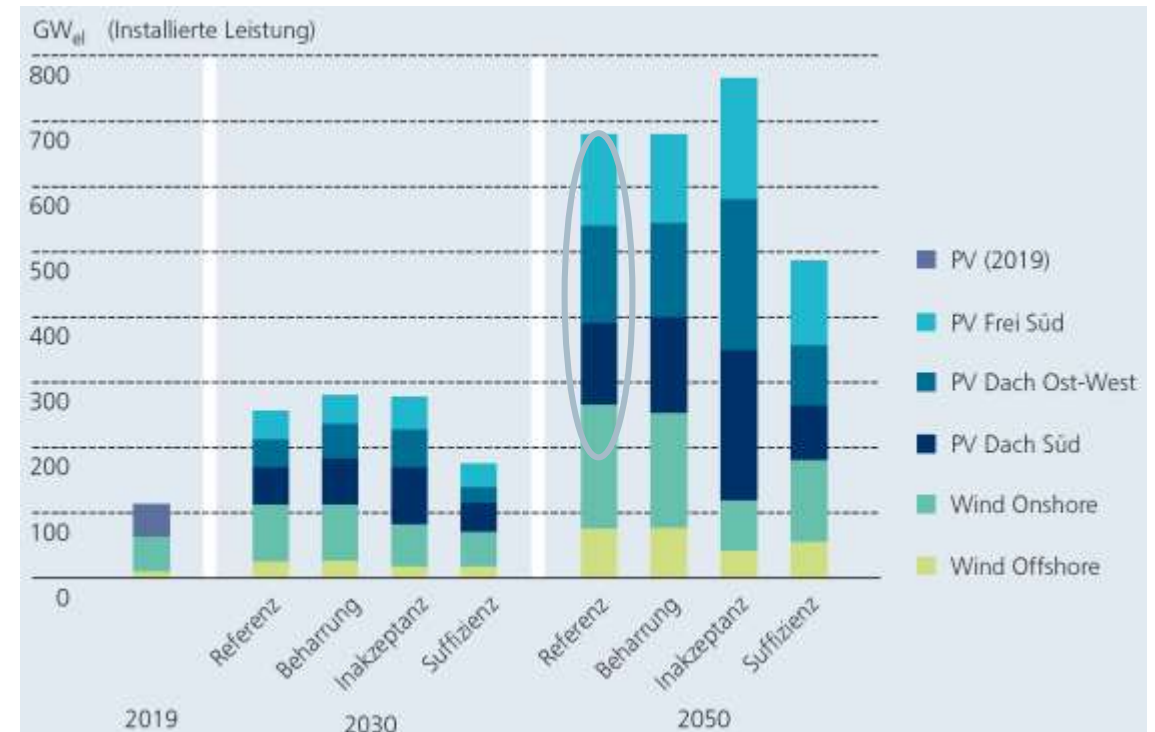
■ PV-Ausbauziel bis 2030: 100 GW

■ PV-Ausbauziel bis 2050: 400-500 GW

■ PV-Zubau 2013-2018 im Mittel: 1,8 GW/a

■ PV-Zubau 2019: 3,9 GW

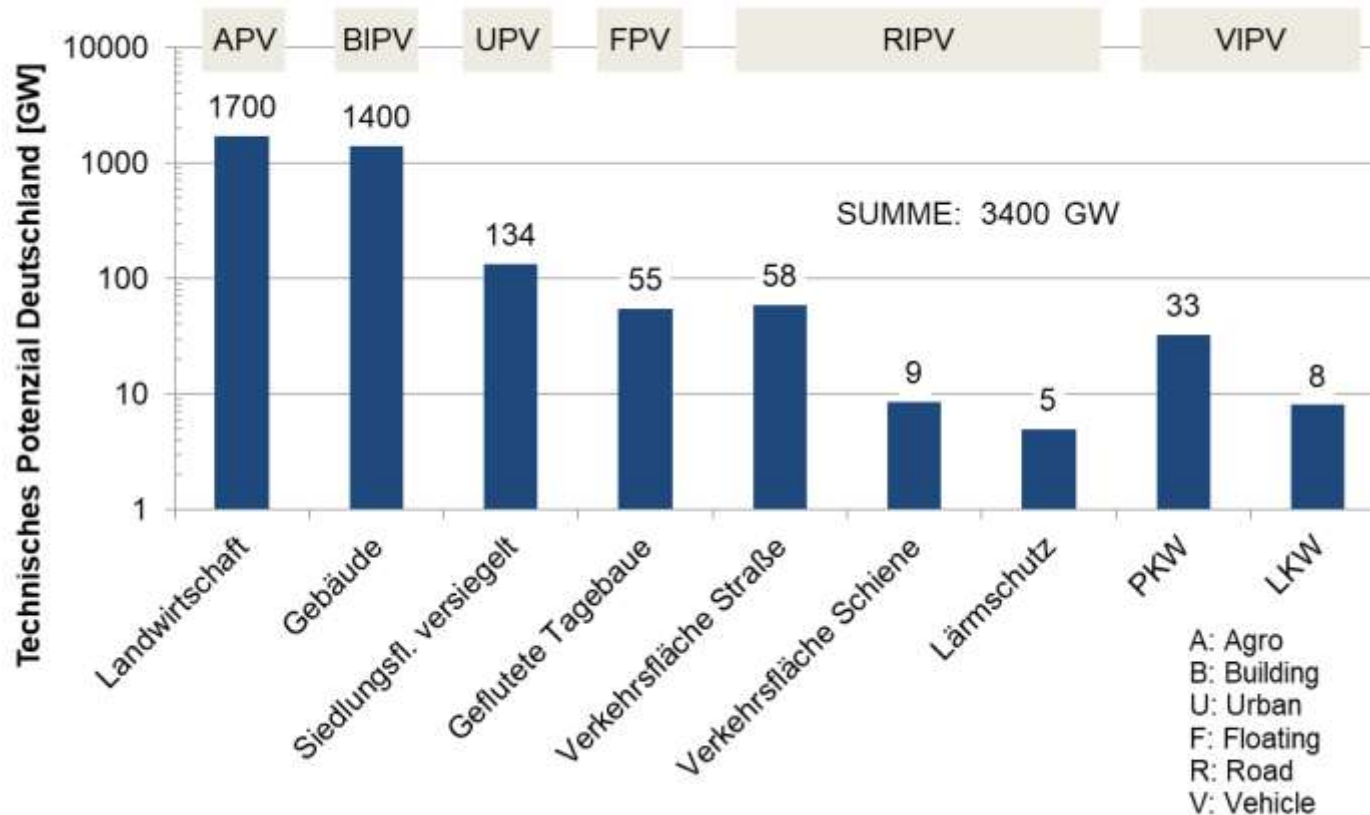
■ PV-Zubau Bedarf bis 2030: 5 – 10 GW/a



Kumulativ installierte Leistung von PV- sowie Windkraft für vier untersuchte Szenarien, Fraunhofer ISE, Febr. 2020

1. Agri-PV und die Herausforderungen der Energiewende

Das technische Flächenpotential integrierter Photovoltaik



Die Hochrechnung des **technischen Potenzials** berücksichtigt folgende Einschränkungen:

- Technisch
- Infrastrukturell
- Ökologisch

1. Agri-PV und die Herausforderungen der Energiewende

Technische Flächenpotentiale

Grundlage des technischen Potenzials:

- 166.388 km² landwirtschaftliche Nutzfläche
- -83.090 km² ungeeignete Flächen (Kulturen wie Mais, Hirse sowie Flächen mit Schutzstatus, ...)
- -54.203 km² potenziell ungeeignet
- **29.095 km² geeignet**
- 0,6 MW/ha Belegungsdichte
- **1746 GW techn. Ausbaupotenzial**



1. Agri-PV und die Herausforderungen der Energiewende

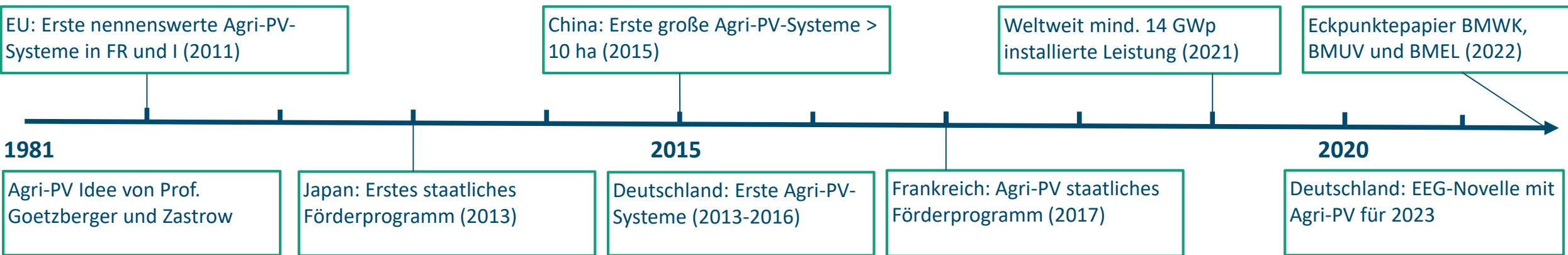
Die Bedeutung integrierter Photovoltaik



1. Agri-PV: Chance für Landwirtschaft und Energiewende

Politische Hintergründe & Veränderungen

Entwicklung der Agri-PV bis heute



2. Agri-PV: Definitionen, Klassifizierung und DIN SPEC 91434

Definitionen

Fraunhofer ISE

„Agri-Photovoltaik bedeutet kombinierte Nutzung einer Fläche für die landwirtschaftliche Pflanzenproduktion (Photosynthese) und die PV-Stromproduktion (Photovoltaik).“

DIN SPEC 91434

“Agrivoltaics is the combined use of the same land area for agricultural production as the primary use and for electricity PV production as the secondary use.”

2. Agri-PV: Definitionen, Klassifizierung und DIN SPEC 91434

Vielfalt der Agri-PV



2. Agri-PV: Definitionen, Klassifizierung und DIN SPEC 91434

Vielfalt der Agri-PV



2. Agri-PV: Definitionen, Klassifizierung und DIN SPEC 91434

Vielfalt der Agri-PV



2. Agri-PV: Definitionen, Klassifizierung und DIN SPEC 91434

Vielfalt der Agri-PV



2. Agri-PV: Definitionen, Klassifizierung und DIN SPEC 91434

Vielfalt der Agri-PV



2. Agri-PV: Definitionen, Klassifizierung und DIN SPEC 91434

Vielfalt der Agri-PV



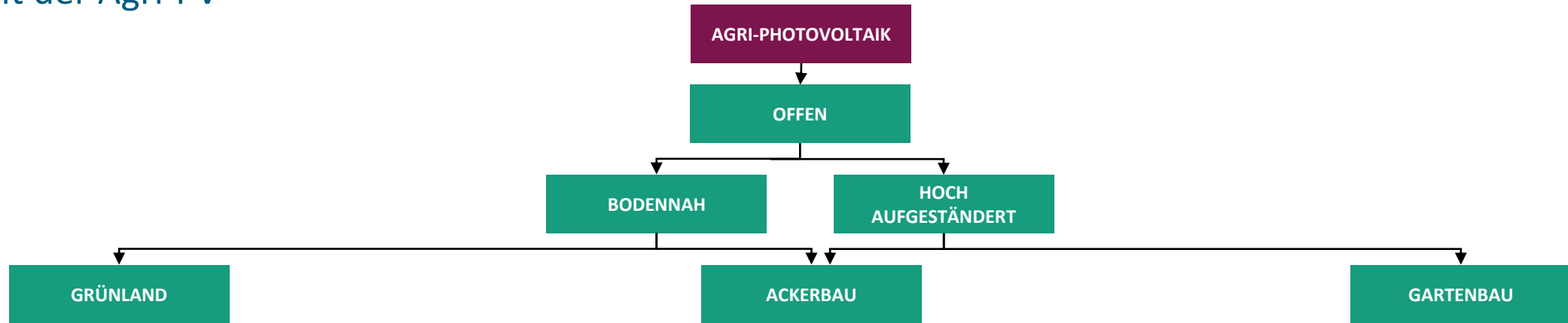
2. Agri-PV: Definitionen, Klassifizierung und DIN SPEC 91434

Vielfalt der Agri-PV



2. Agri-PV: Definitionen, Klassifizierung und DIN SPEC 91434

Vielfalt der Agri-PV



Grünland,
bodennah



Ackerbau,
bodennah



Ackerbau, hoch
aufgeständert

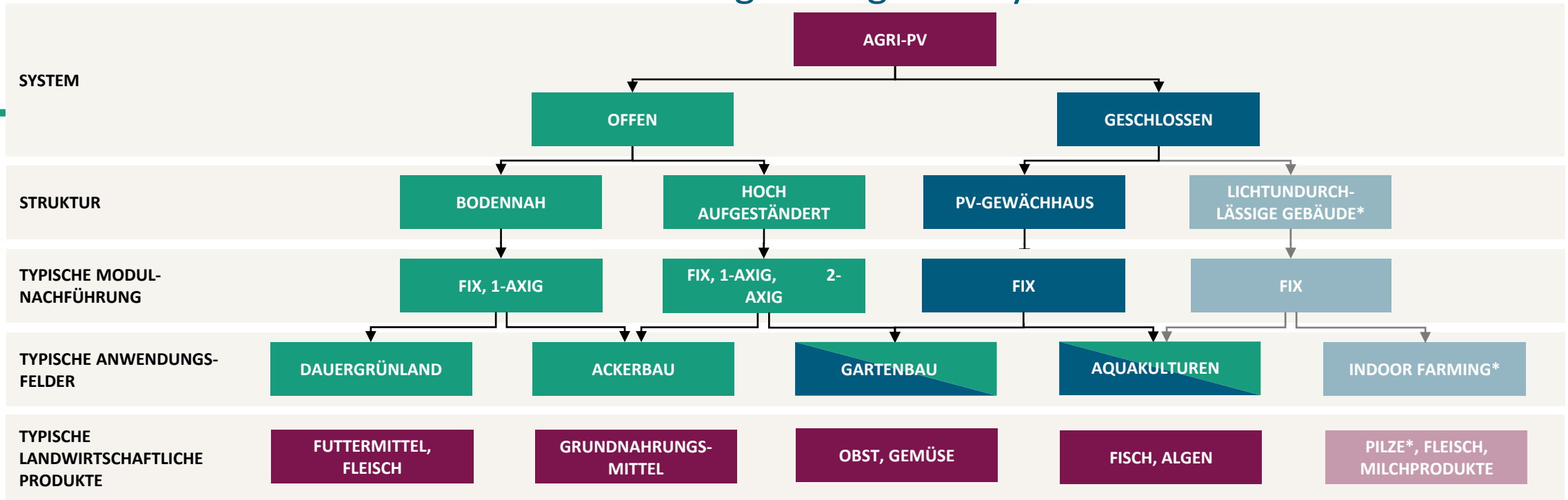


Gartenbau, hoch
aufgeständert



Klassifizierung von Agri-PV-Systemen

KLASSIFIZIERUNG



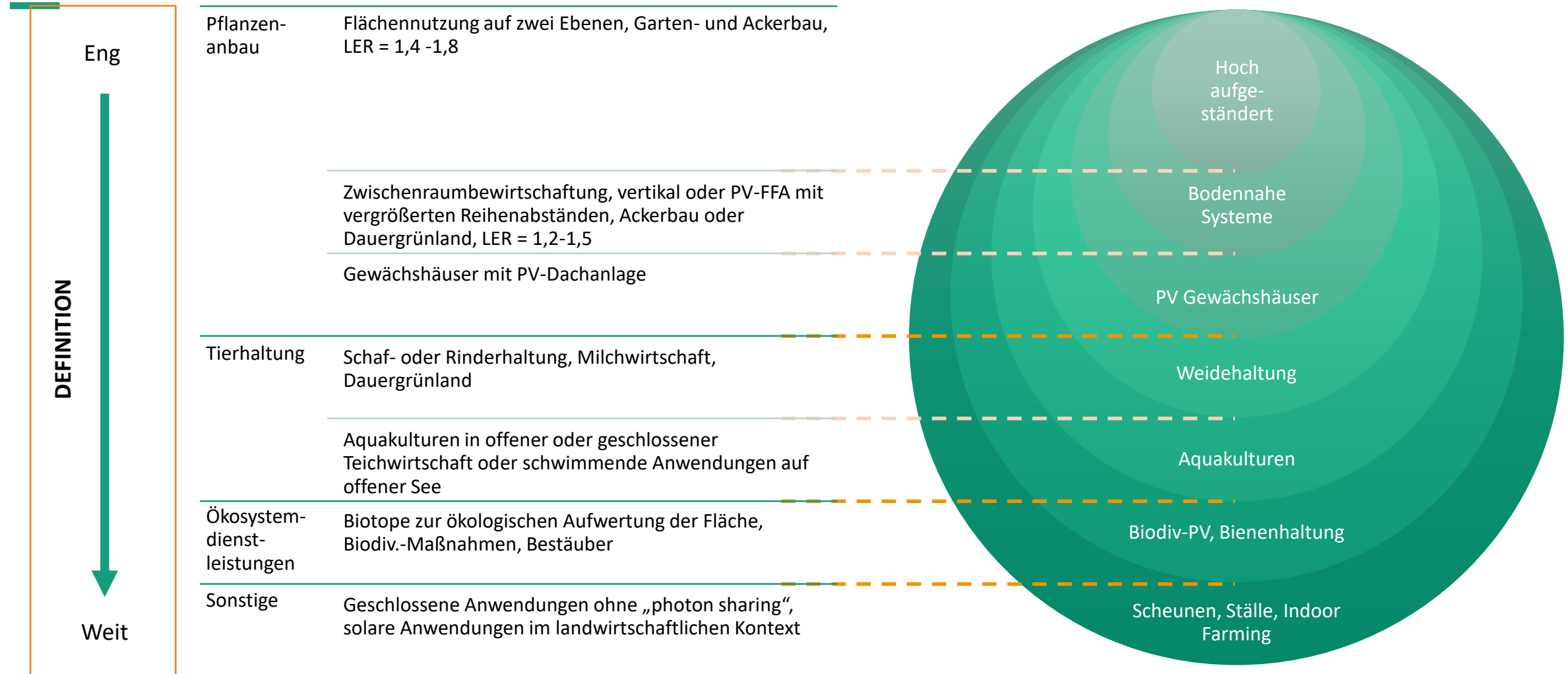
BEISPIELE



* Wird nur in breiteren Definitionen als Agri-PV betrachtet

2. Agri-PV: Definitionen, Klassifizierung und DIN SPEC 91434

Hierarchie möglicher Definitionen

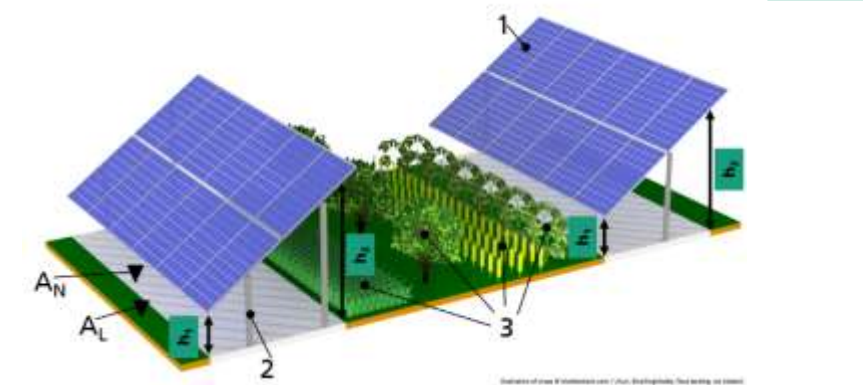
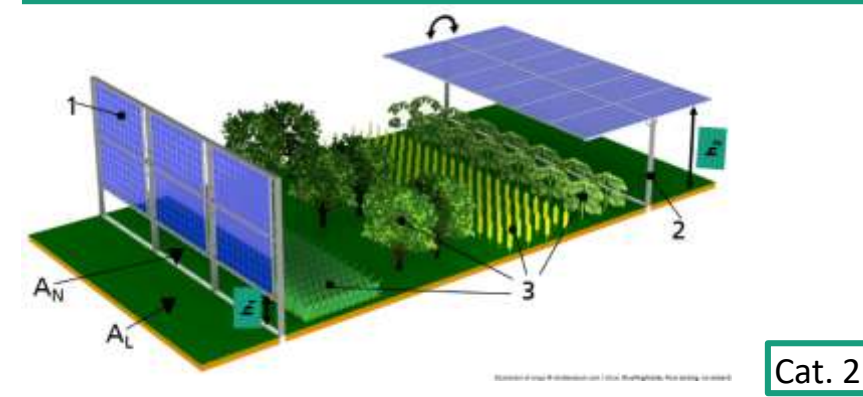
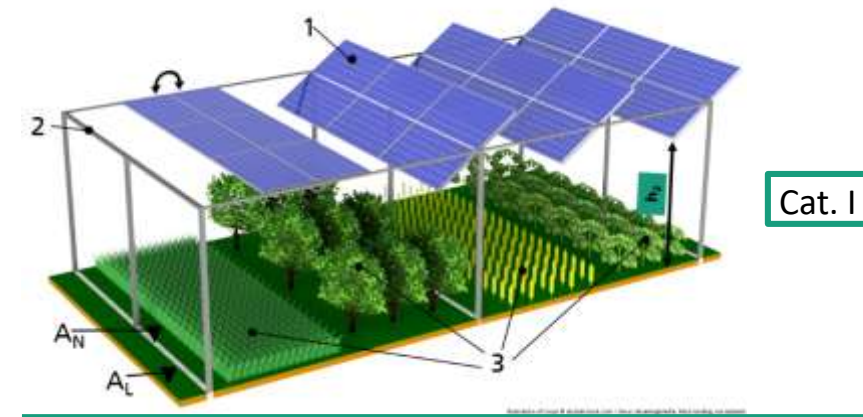


2. Agri-PV: Definitionen, Klassifizierung und DIN SPEC 91434

DIN SPEC 91434

Agri-PV-Systeme	Nutzung	Beispiele
Kategorie I: Hohe Aufständerung > 2,1 m Bewirtschaftung unter der Agri-PV-Anlage	1A: Dauerkulturen und mehrjährige Kulturen	Obstbau, Beerenobstbau, Weinbau, Hopfen
	1B: Einjährige und überjährige Kulturen	Ackerkulturen, Gemüsekulturen, Wechselgrünland, Ackerfutter
	1C: Dauergrünland mit Schnittnutzung	Intensives Wirtschaftsgrünland, extensiv genutztes Grünland
	1D: Dauergrünland mit Weidenutzung	Dauerweide, Portionsweide (zum Beispiel Rinder, Geflügel, Schafe, Schweine und Ziegen)
Kategorie II: Bodennahe Aufständerung < 2,1 m Bewirtschaftung zwischen den Agri-PV-Anlagenreihen	2A: Dauerkulturen und mehrjährige Kulturen	Obstbau, Beerenobstbau, Weinbau, Hopfen
	1B: Einjährige und überjährige Kulturen	Ackerkulturen, Gemüsekulturen, Wechselgrünland, Ackerfutter
	1C: Dauergrünland mit Schnittnutzung	Intensives Wirtschaftsgrünland, extensiv genutztes Grünland
	2D: Dauergrünland mit Weidenutzung	Dauerweide, Portionsweide (zum Beispiel Rinder, Geflügel, Schafe, Schweine und Ziegen)

DIN SPEC 91434; Fraunhofer ISE; Illustration der Kulturen © shutterstock.com/Ulvur, BlueRingMedia, Pisut trading, Ice AisberG



2. Agri-PV: Definitionen, Klassifizierung und DIN SPEC 91434

DIN SPEC 91434

Kernanforderungen & Kriterien

- Landwirtschaftlicher **Ertrag mindestens 66 %** zum Referenzertrag
- **Landwirtschaftliche Nutzbarkeit** der Fläche muss gewährleistet sein (landwirtschaftliches Nutzungskonzept)
- **Flächenverlust** durch Installation der Anlage **maximal 10 %** (Kat. I) bzw. **15 %** (Kat. II)
- **Angepasst** an landwirtschaftliche Bedürfnisse:
 - Angemessene **Lichtverfügbarkeit und –homogenität**, sowie **Wasserverfügbarkeit**
 - **Bodenerosion und -schäden vermeiden** (Aufbau, Verankerung, Wassermanagement)

2. Agri-PV: Definitionen, Klassifizierung und DIN SPEC 91434

Aktuelle Entwicklungen in Deutschland

Eckpunktepapier BMWK, BMUV und BMEL

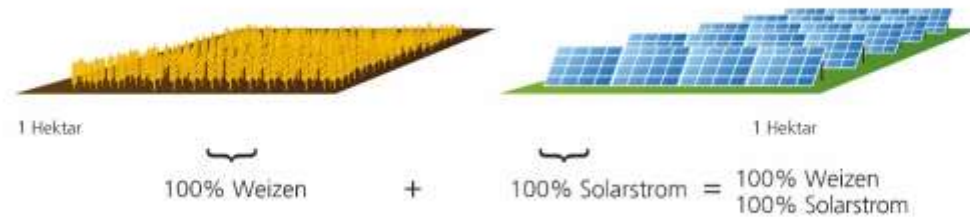
„Ausbau der Photovoltaik auf Freiflächen im Einklang mit landwirtschaftlicher Nutzung und Naturschutz“ vom 10. Februar 2022

- **EEG 2023, Osterpaket**
- Dauergrünland eingeschlossen (!)
- Unterscheidung zwischen hoch aufgeständerten und bodennahen Systemen, s. Technologieprämie i.H.v. 1,2 Cent / kWh
- Erbschaftsrecht: Steuerbegünstigung für Agri-PV-Anlagen im mehrheitlichen Besitz von Landwirtschaftsbetrieben
- EU-Direktzahlungen: ab 2023 Anspruch auf 85% der Flächenprämie

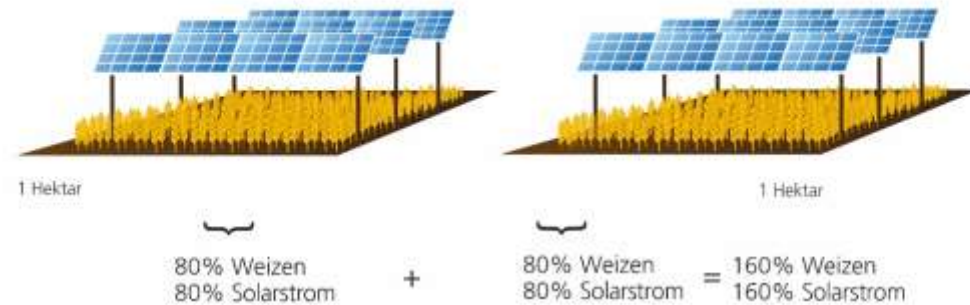
3. Stand der Forschung

Ergebnisse Forschungsanlage Heggelbach

Getrennte Flächennutzung auf 2 Hektar Ackerland



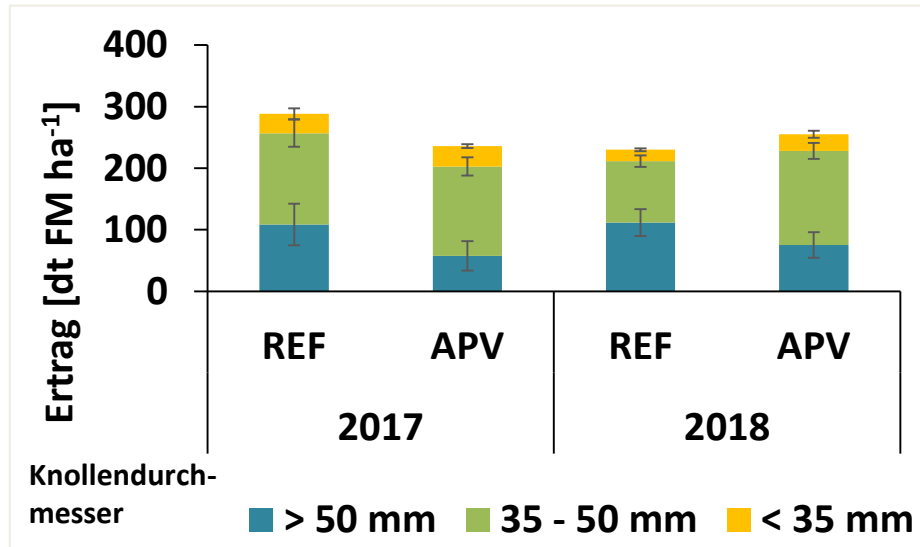
Gemischte Flächennutzung auf 2 Hektar Ackerland: Effizienz > 60% gesteigert



- Erweiterung der PV-Flächenkulisse **ohne** Landnutzungskonflikte
- Flächeneffizienzsteigerung um 60% in Deutschland möglich
- enormes Potenzial in Regionen mit Flächenknappheit und in ariden Klimazonen

3. Stand der Forschung

Ergebnisse Forschungsanlage Heggelbach



2017: Ertrag 18 % reduziert

2018: Ertrag 11 % gesteigert

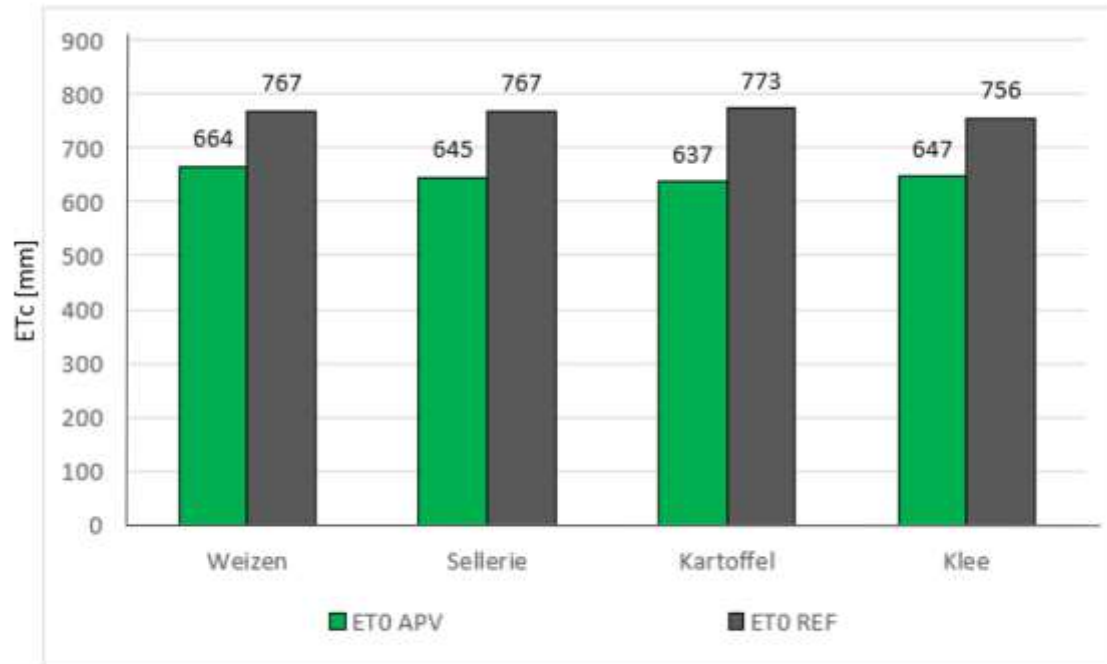
Anteil Knollen mit Durchmesser 35 - 50 mm unter Agri-PV in beiden Ernten größer



3. Stand der Forschung

Projekt: APV-RESOLA

- Reduzierte Bodentemperatur auf der APV-Fläche
- Reduktion der Evapotranspiration (Verdunstung)



3. Stand der Forschung

Steigerung der Landnutzungsrate (LER) im Projekt APV-RESOLA

Fallstudie APV-RESOLA:

LER/ha APV-Kartoffeln 2018 = 186 %

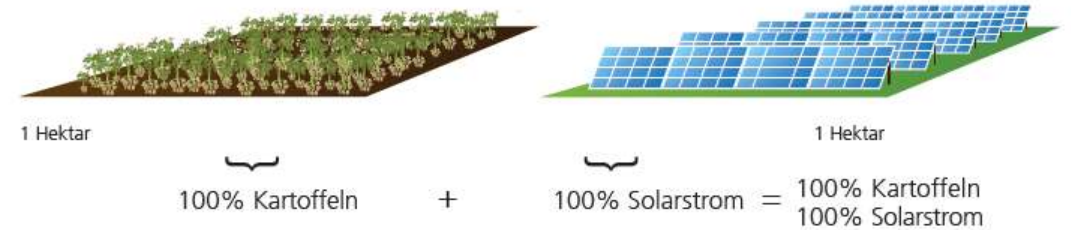
103 %* Kartoffelertrag = 100 % Kartoffelertrag
+ 11 % Ertragsteigerung – 8 % Flächenverlust

83 % Stromertrag

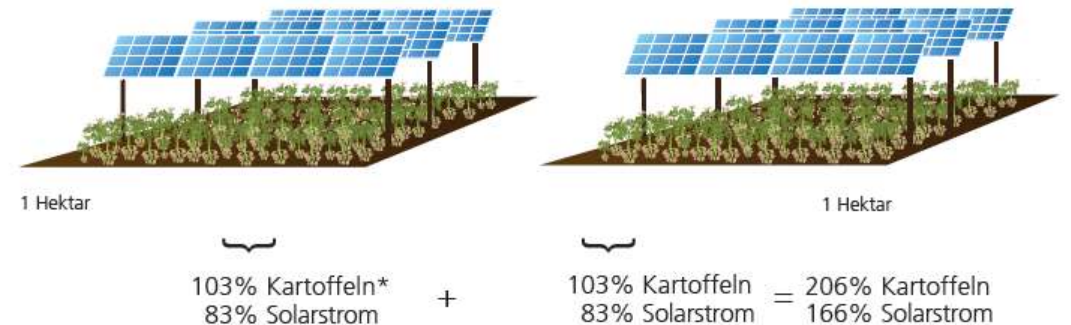
Quelle: Fraunhofer ISE, Universität Hohenheim

- Schutzfunktion für Landwirtschaft gewinnt an Relevanz
- Im Schnitt Flächeneffizienzsteigerung zwischen 50 – 70 % in Deutschland zu erwarten
- Hohes Potenzial in Regionen mit Flächenknappheit und in ariden Klimazonen

Getrennte Flächennutzung auf 2 Hektar Ackerland



Gemischte Flächennutzung auf 2 Hektar Ackerland: Effizienz > 86% gesteigert

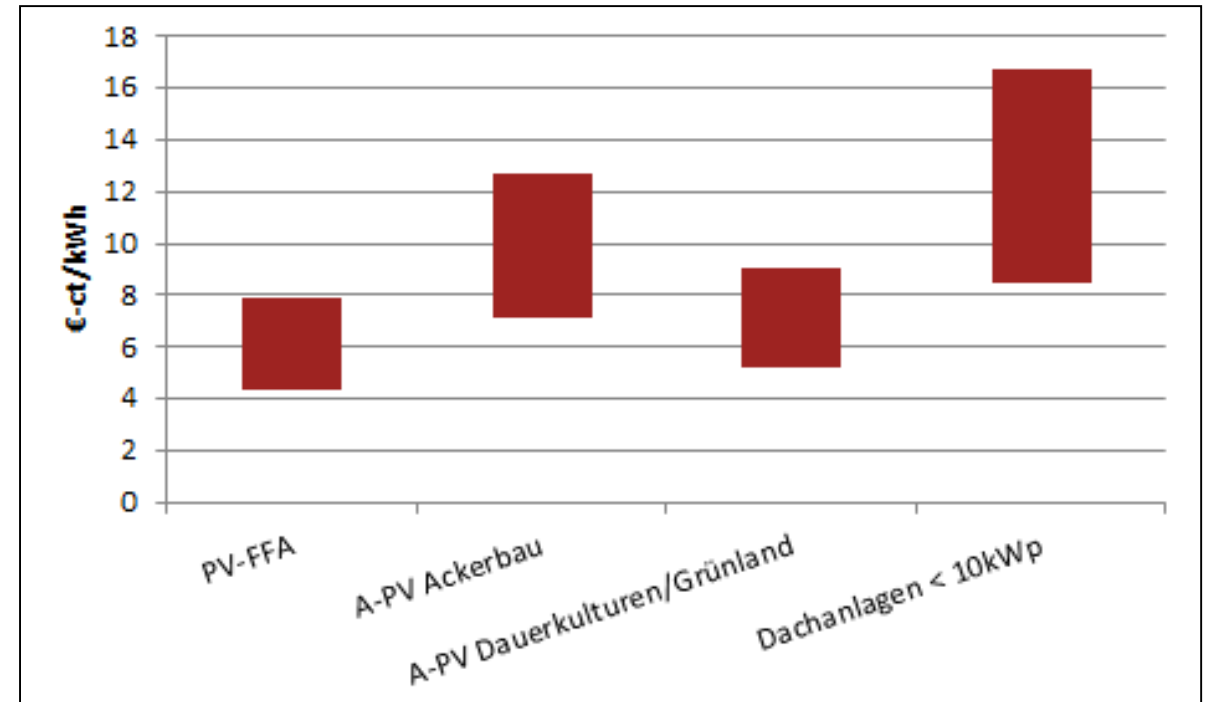


3. Stand der Forschung

Ökonomische Dimension

- Strom aus Flächen der Landwirtschaft ca. 20 % günstiger im Vergleich zu kleinen Dach-Anlagen
- Im Ackerbau kostet die Stromerzeugung 20 % mehr als auf Grünland
- Strom aus Freiflächenanlagen ist immer noch am kostengünstigsten

Geschätzte durchschnittliche Stromgestehungskosten [€-ct/kWh]



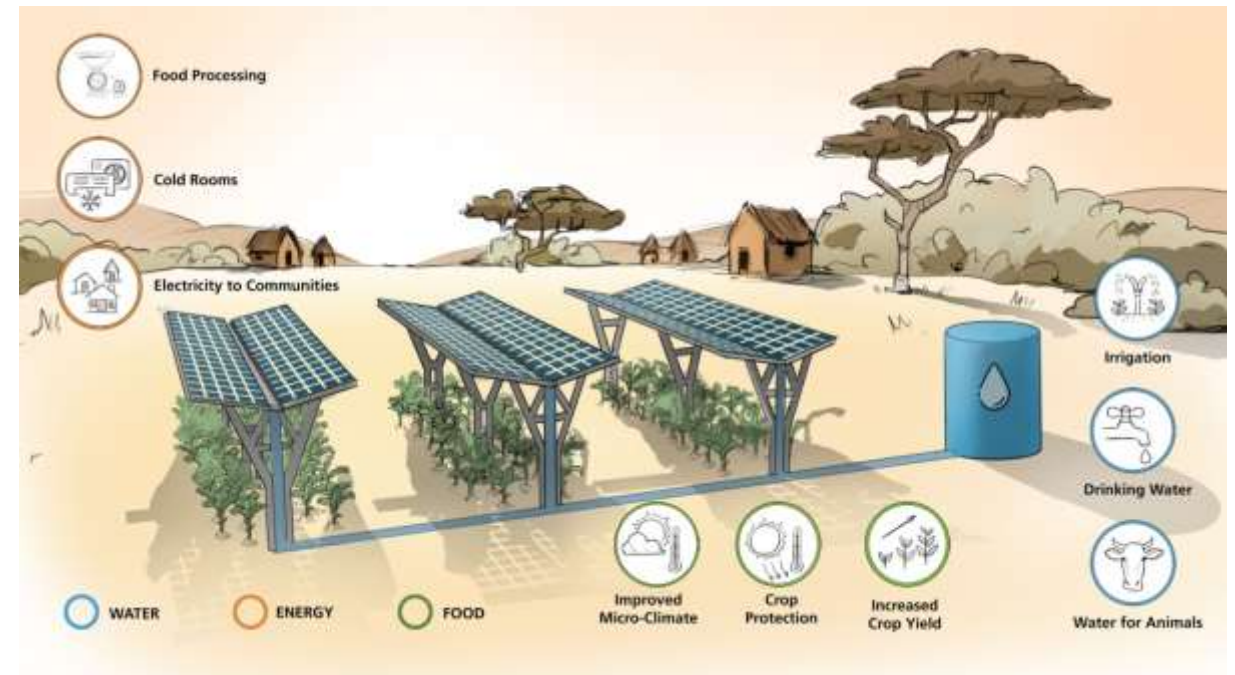
4. Agri-Photovoltaik am Fraunhofer ISE

F&E-Aktivitäten

APV-MaGa:

Agrivoltaik für Mali und Gambia: Nachhaltige Elektrizitätserzeugung durch integrierte Lebensmittel-, Energie- und Wassersysteme

- Dauer des Projekts: August 2020 – Juli 2023
- Thema: Regenwassernutzungssysteme, sozioökonomische Hindernisse, WEF-Nexus
- Budget: ca. 1,9 Mio Euro
- Installierte Leistung (5 Prototypen): 4x50 kWp, 1x150 kWp
- Technik: V-förmig, eher einfach und robust



4. Agri-Photovoltaik am Fraunhofer ISE F&E-Aktivitäten

SHRIMPS:

Solar-Aquakultur-Lebensräume als ressourceneffiziente und integrierte mehrschichtige Produktionssysteme

- Dauer des Projekts: Juni 2019 - Mai 2023
- Thema: Aquakultur, Bio-Floc, Garnelen
- Budget: ca. 1,7 Mio Euro
- Installierte Leistung: 100 kWp
- Ansatz: Unterschiedliche Beschattungsgrade und Auswirkungen auf die Garnelenproduktion



4. Agri-Photovoltaik am Fraunhofer ISE

F&E-Aktivitäten

Agri-PV 2.0:

Kopplung von Pflanzenbau und Photovoltaik im Strukturwandel

- Dauer des Projekts: Januar 2020 – Dezember 2021 (Verlängerung bis 2025)
- Thema: Reaktion der Pflanzen auf die Agro-Photovoltaik, optimierte Nachführung und regionales Wirtschaftspotenzial in Strukturwandel
- Budget: ca. 1,2 Mio Euro
- Installierte Leistung: 450 kWp
- Herangehensweise: Entwicklung eines benutzerdefinierten Nachführsystems und eines Kontrollalgorithmus in Verbindung mit digitalen Zwillingen für Photosynthese, Strahlung und PV-Ertrag



Visualisierung des Testgeländes in Jülich, Deutschland, im Bereich des Rheintals

4. Agri-Photovoltaik am Fraunhofer ISE F&E-Aktivitäten

SusMedHouse (EU PRIMA) Ziele:

- automatisiertes und nachhaltiges Gewächshausssystem
- Fortschrittliche Technologie
- Angepasstes Energiekonzept
- Integration PV in Gewächshausdach
- Optimale Auslegung für Schaffung geeigneter Wachstumsbedingungen (Tomate, Salat, Paprika)



4. Agri-Photovoltaik am Fraunhofer ISE

F&E-Aktivitäten

Landgewinn: Energiesystemanalyse von Strategien zur Dekarbonisierung der Landwirtschaft

- Dauer des Projekts : September 2021 – August/September 2024
- Thema: Ökonomische und ökologische Bewertung des Dekarbonisierungspotenzials der Agro-Photovoltaik
- Budget Fraunhofer ISE: ca. 370 Tsd. Euro
- Herangehensweise: Ökobilanz unter Berücksichtigung von PV und landwirtschaftlichen Auswirkungen

4. Agri-Photovoltaik am Fraunhofer ISE

Öffentlichkeitsarbeit und Veranstaltungen

- **Leitfaden:** <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/agri-photovoltaik-chance-fuer-landwirtschaft-und-energiewende.html>
- **Homepage Fraunhofer IS:**
<https://www.ise.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/photovoltaik/photovoltaische-module-und-kraftwerke/integrierte-pv/agri-photovoltaik.html#tabpanel-1>
- **Homepage Agri-PV:** <https://agri-pv.org/de/>
- **Anmeldung Newsletter Agri-PV:** <https://agri-pv.org/de/presse/newsletter/>
- **Lecture Series** jeden Donnerstag um 13 Uhr, Anmeldung unter: <https://agri-pv.org/de/community/veranstaltungen/>
- **AgriVoltaics2023** in Daegu, Korea (April): <https://www.agrivoltaics-conference.org/>



4. Agri-Photovoltaik am Fraunhofer ISE

Ausblick für Diskussion

- Privilegierung von kleinen PV-FFA?
- Teilprivilegierung für Agri-PV-Anlagen? Nur kleine oder alle?
- Erweiterung DIN SPEC zum Thema Dauergrünland mit Tierhaltung
- Forschungsergebnisse Umweltverträglichkeit?
- PV und Agri-PV auf wiedervernässten Moor-Standorten?
- BioDiv-Maßnahmen in Agri-PV-Projekten

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Kontakt

Max Trommsdorff
Gruppenleitung Agri-PV
Email: max.trommsdorff@ise.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE
Heidenhofstr. 2, 79110 Freiburg, Germany

www.ise.fraunhofer.de

www.agri-pv.org