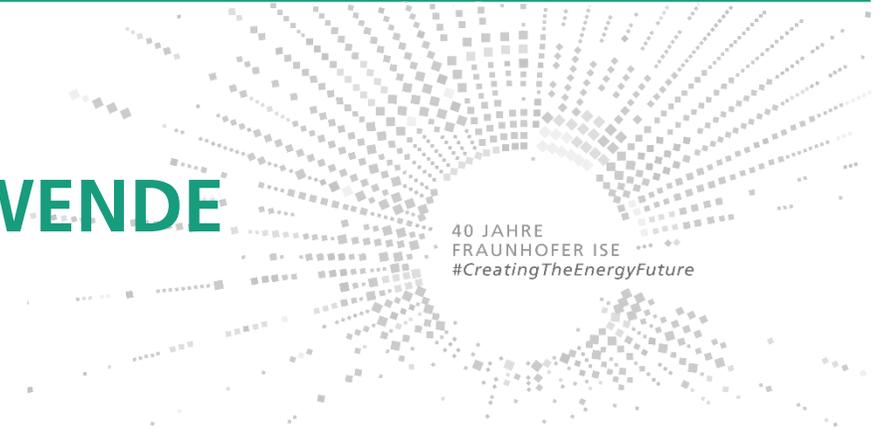


AGRI-PHOTOVOLTAIK

EIN ZUKUNFTSMODELL FÜR DIE ENERGIEWENDE UND DIE LANDWIRTSCHAFT



Tobias Keinath

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

Kommunale Planung von PV-Anlagen

Regionalverband Neckar-Alb

10.05.2022

www.ise.fraunhofer.de

Agenda

- 1. Agri-Photovoltaik und die Herausforderungen der Energiewende
- 2. Die Entwicklung der Agri-Photovoltaik-Technologie

- 3. Die Schnittstelle zwischen Landwirtschaft Technologie und Ökonomie
 - Die Landwirtschaft im Fokus
 - Technik: Module, Unterkonstruktion und Verankerung
 - Synergieeffekte und Forschungsergebnisse
 - Die ökonomische Dimension

- 3. Ausblick: Forschungsprojekte und Agri-PV-Systeme
- 4. Gesellschaftlicher und genehmigungsrechtlicher Rahmen

Agenda

- 1. Agri-Photovoltaik und die Herausforderungen der Energiewende
- 2. Die Entwicklung der Agri-Photovoltaik-Technologie

- 3. Die Schnittstelle zwischen Landwirtschaft Technologie und Ökonomie
 - Die Landwirtschaft im Fokus
 - Technik: Module, Unterkonstruktion und Verankerung
 - Synergieeffekte und Forschungsergebnisse
 - Die ökonomische Dimension

- 3. Ausblick: Forschungsprojekte und Agri-PV-Systeme
- 4. Gesellschaftlicher und genehmigungsrechtlicher Rahmen

Agri-Photovoltaik und die Herausforderungen der Energiewende

Politische Ziele, Realität, Bedarf

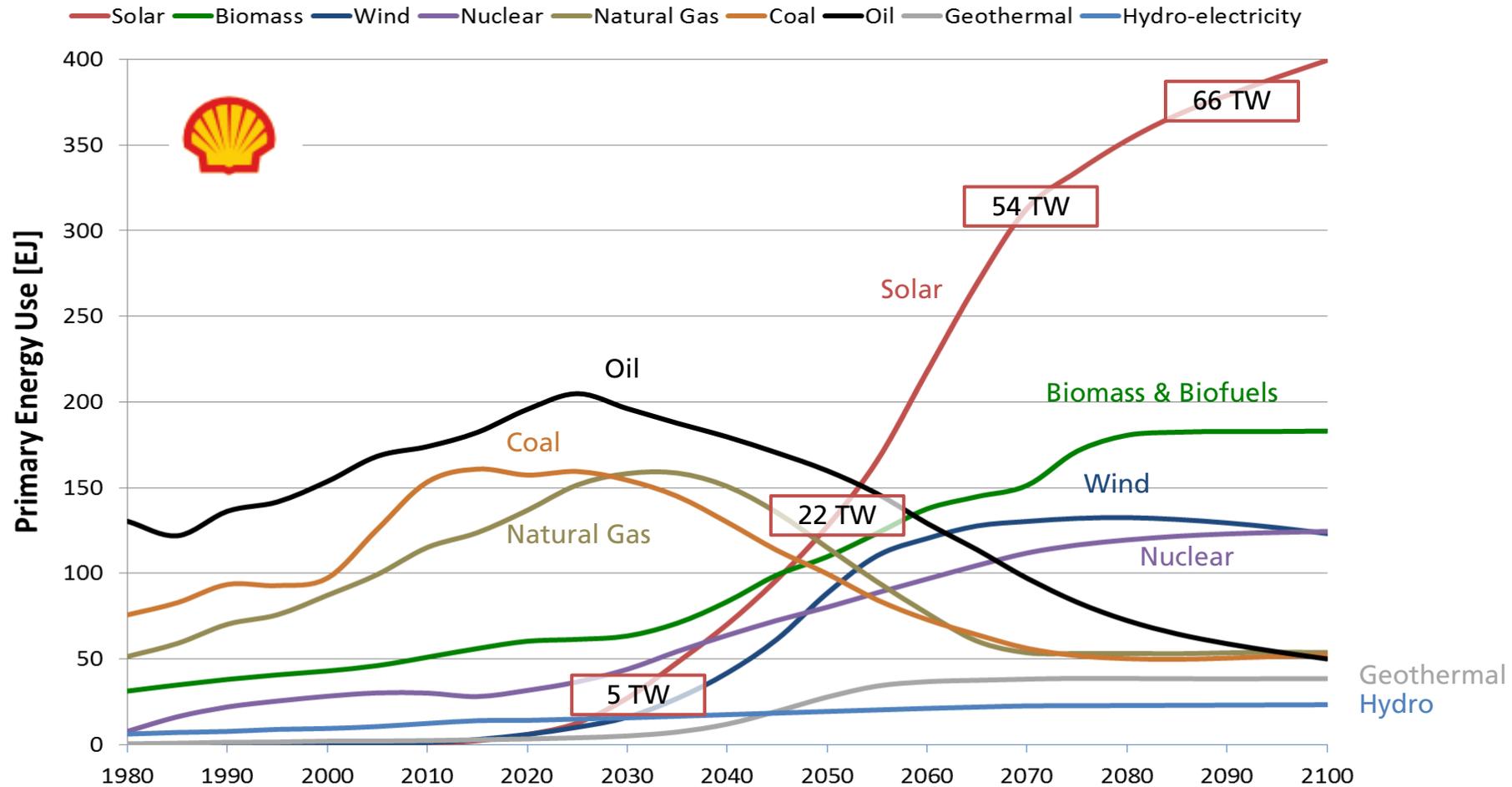
- Treibhausgasemissionen bis 2030: -55%
bis 2050: ca. -100%
- Anteil Erneuerbarer Energien (EE) am Stromverbrauch bis 2030: 65%
- Strombedarf bis 2050: bis 1000 TWh
- PV-Ausbauziel bis 2030: 98 GW
- PV-Zubau 2013-2018 im Mittel: 1,8 GW/a
- PV-Zubau 2019: 3,9 GW
- PV-Zubau Bedarf bis 2030: 5 – 10 GW/a
- PV-Ausbau Bedarf bis 2050: 400-500 GW



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

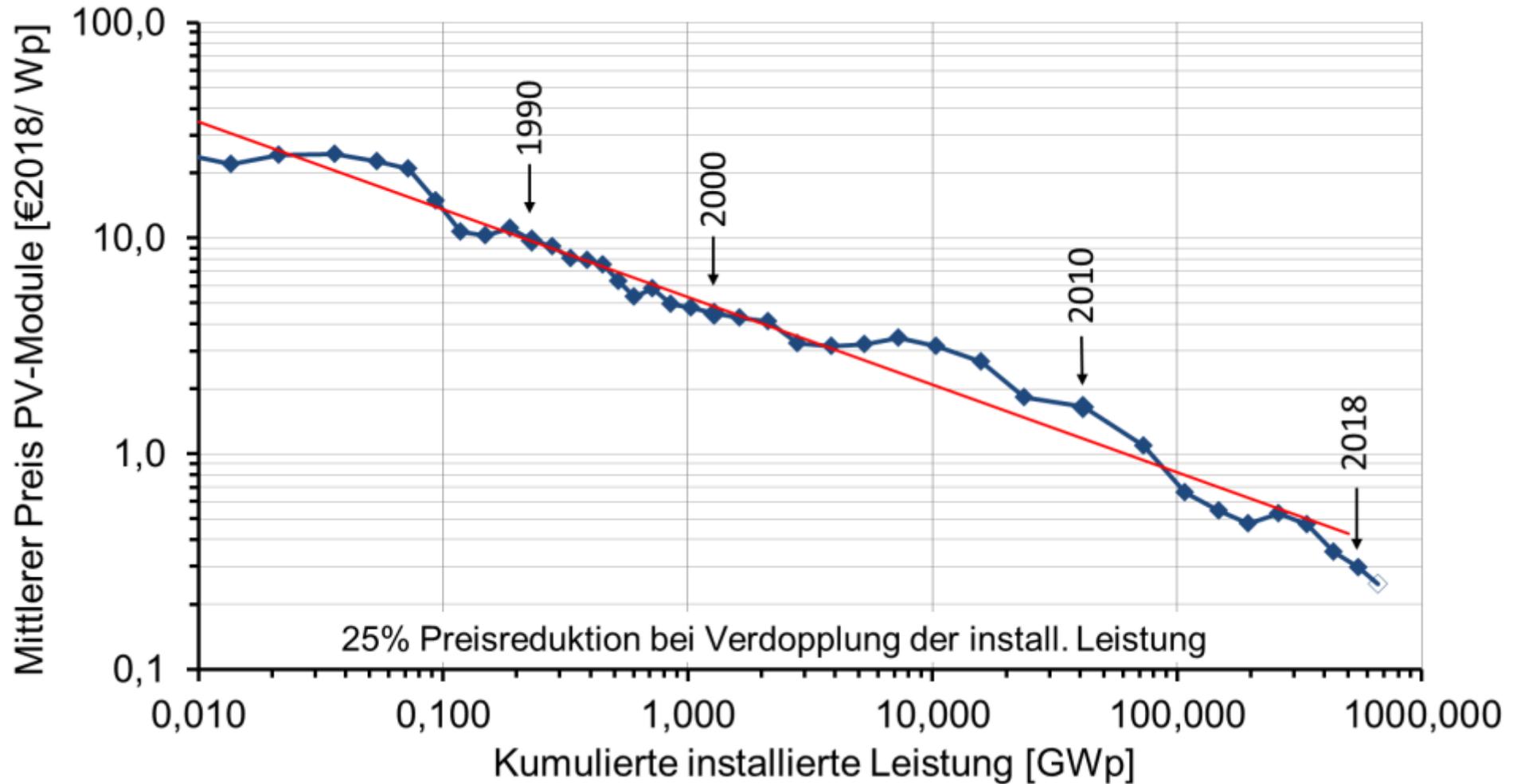
Agri-Photovoltaik und die Herausforderungen der Energiewende

Energie-Marktszenario von Shell: Photovoltaik dominiert



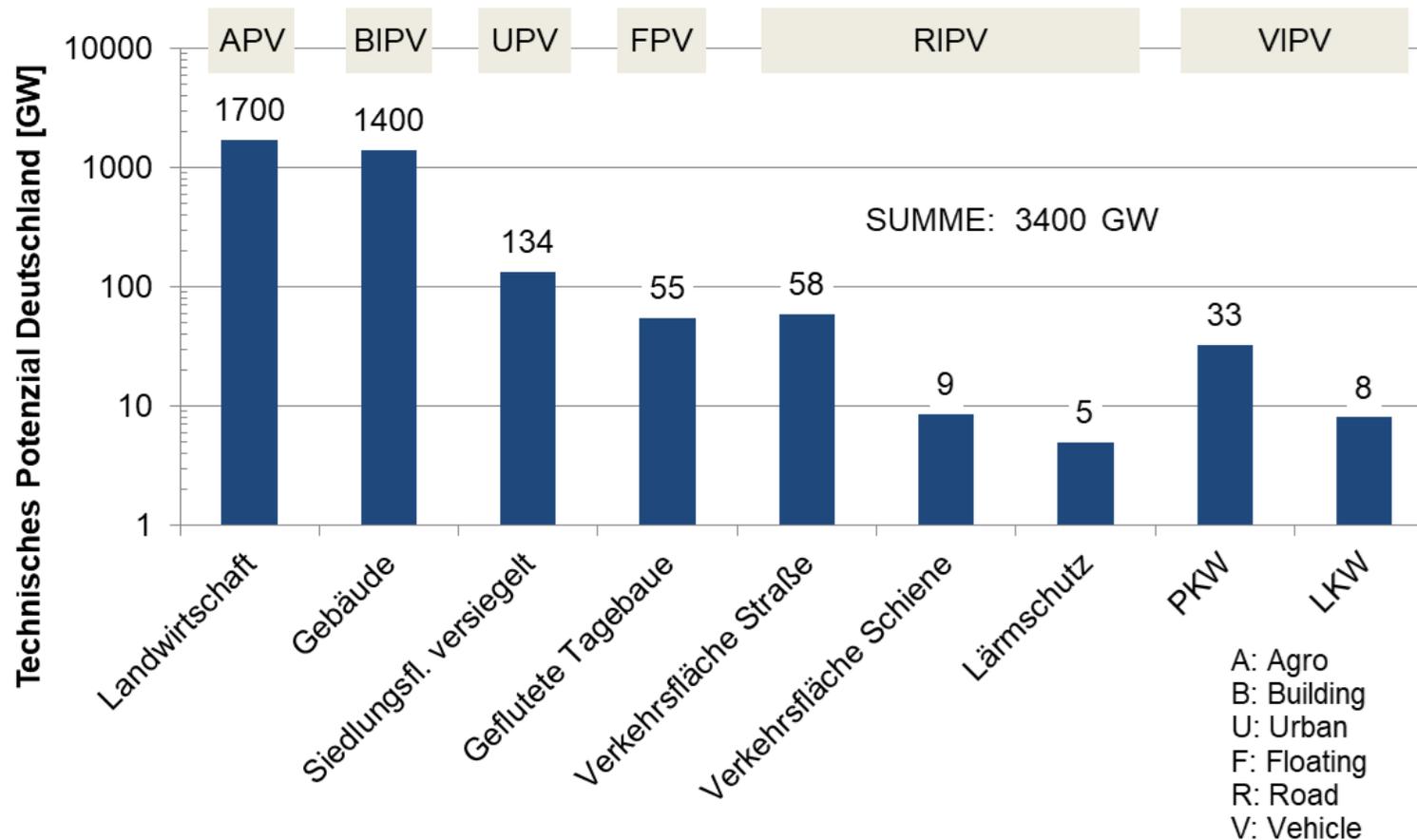
Agri-Photovoltaik und die Herausforderungen der Energiewende

Photovoltaik: Preisentwicklung Module



Agri-Photovoltaik und die Herausforderungen der Energiewende

Das technische Flächenpotential integrierter Photovoltaik



■ Das technische Potenzial berücksichtigt folgende Einschränkungen:

- Technisch
- Infrastrukturell
- Ökologisch

Agri-Photovoltaik und die Herausforderungen der Energiewende

Die Bedeutung integrierter Photovoltaik



Agenda

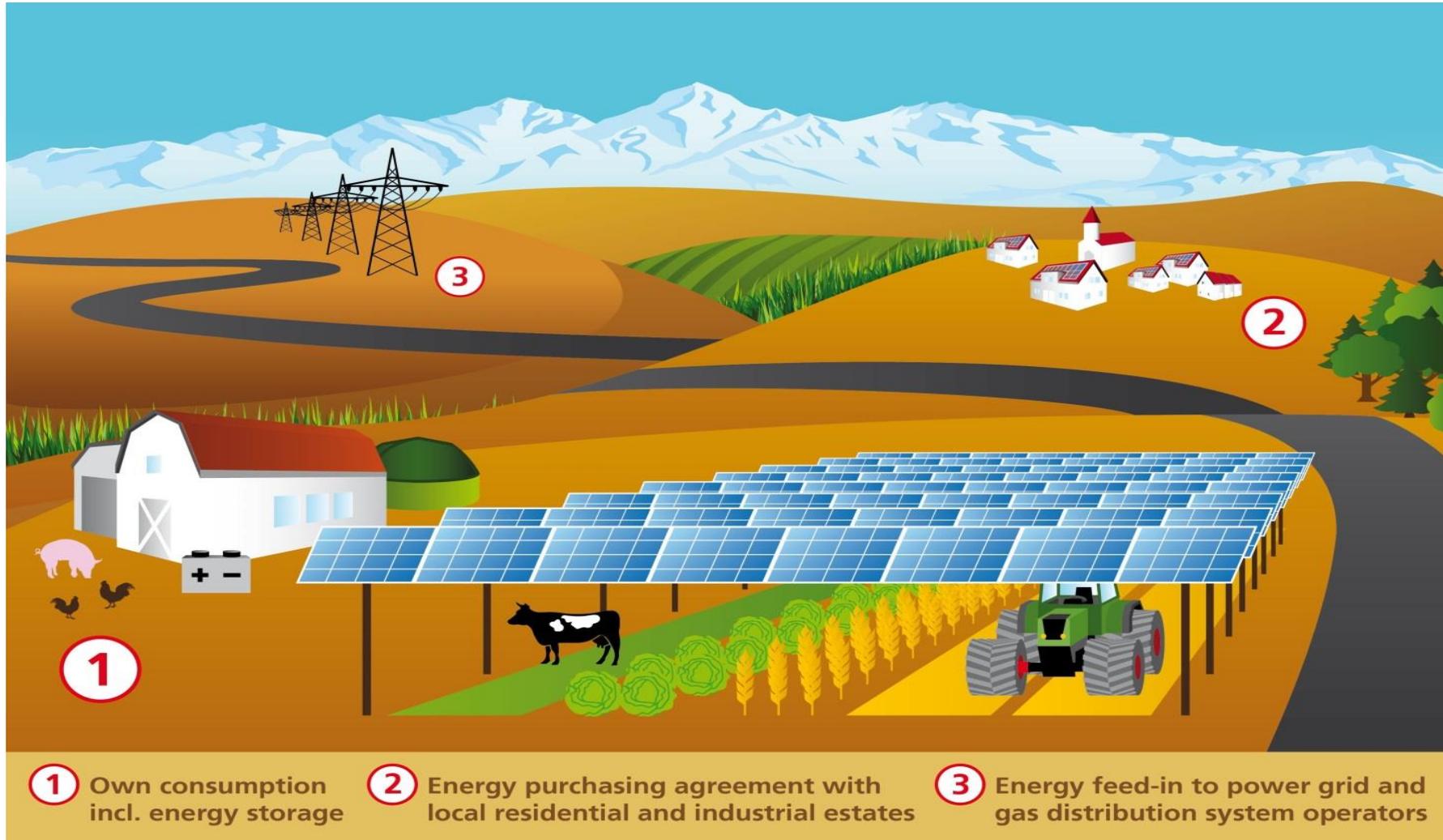
- 1. Agri-Photovoltaik und die Herausforderungen der Energiewende
- **2. Die Entwicklung der Agri-Photovoltaik-Technologie**

- 3. Die Schnittstelle zwischen Landwirtschaft Technologie und Ökonomie
 - Die Landwirtschaft im Fokus
 - Technik: Module, Unterkonstruktion und Verankerung
 - Synergieeffekte und Forschungsergebnisse
 - Die ökonomische Dimension

- 3. Ausblick: Forschungsprojekte und Agri-PV-Systeme
- 4. Gesellschaftlicher und genehmigungsrechtlicher Rahmen

Die Entwicklung der Agri-Photovoltaik-Technologie

Das Konzept



Die Entwicklung der Agri-Photovoltaik-Technologie

- A. Goetzberger, Gründer des Fraunhofer ISE (1981): manche Pflanzen brauchen gar nicht „volle Sonne“
- Geringerer Flächenverbrauch bei dualer Nutzung



Prof. Adolf Goetzberger

Neuer Vorschlag der Fraunhofer-Gesellschaft

Kartoffeln unter dem Kollektor

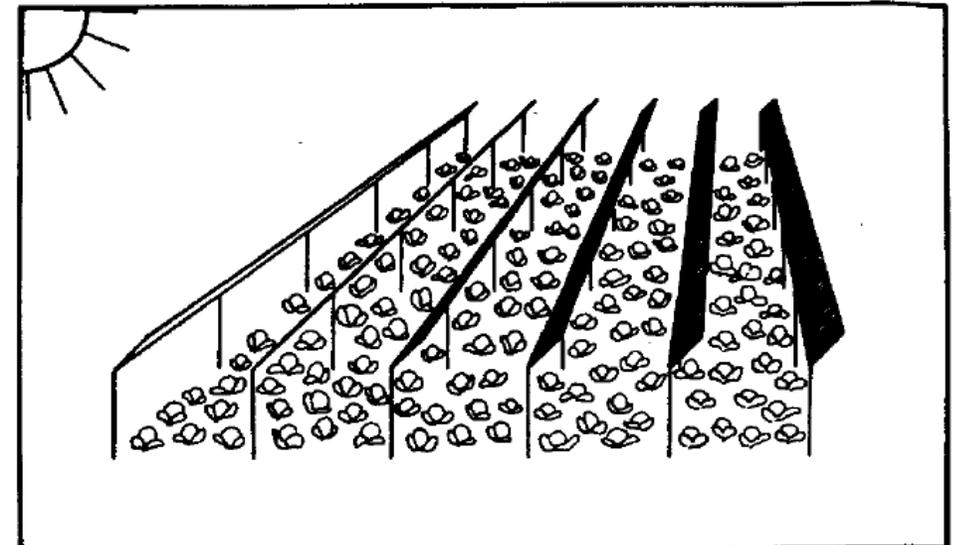


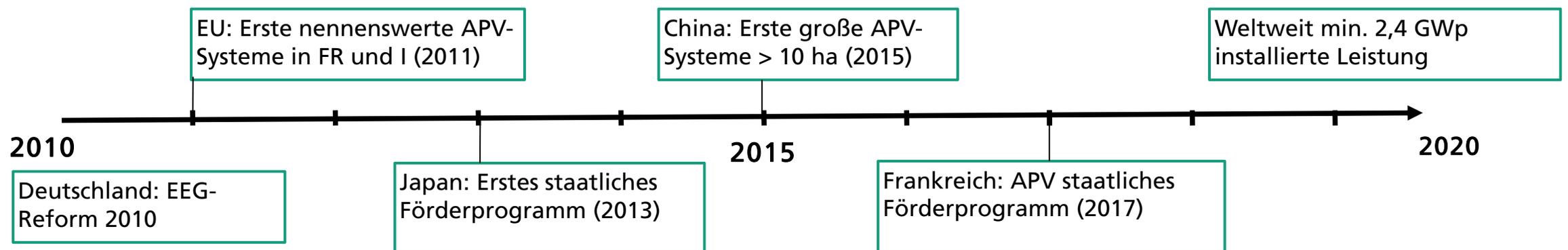
ABB. 1 SKIZZE EINES KOLLEKTORFELDES mit angehobenen Kollektoren

aus: Sonnenenergie 3/1981

Die Entwicklung der Agri-Photovoltaik-Technologie

- Ab 2000 EEG Einspeisevergütung für EE
- PV „Revolution“
- Erste große PV-Freiflächenanlagen (PV-FFA)
- EEG-Reform 2010: PV-FFA nur noch in Ausnahmefällen auf Ackerflächen
- 2021: Veröffentlichung der DIN SPEC 91434 für Agri-PV-Systeme
- 2022: Innovationsausschreibung
- EEG-Reform 2023: Einspeisevergütung für Agri-PV-Systeme

Entwicklung der APV von 2010 bis heute



Die Entwicklung der Agri-Photovoltaik-Technologie

DIN SPEC 91434: Kategorisierung von Agri-PV-Systemen

Agri-PV-Systeme	Nutzung	Beispiele
Kategorie I: Aufständering mit lichter Höhe >2,1m 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 (z. B. Rinder, Geflügel, Schafe, Schweine und Ziegen)
Kategorie II: Bodennahe Aufständering <2,1m 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
	1D: Dauergrünland mit Weidenutzung	Dauerweide, Portionsweide (z. B. Rinder, Geflügel, Schafe, Schweine und Ziegen)

Die Entwicklung der Agri-Photovoltaik-Technologie

DIN SPEC 91434: Die Kernanforderungen

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

Agenda

- 1. Agri-Photovoltaik und die Herausforderungen der Energiewende
- 2. Die Entwicklung der Agri-Photovoltaik-Technologie

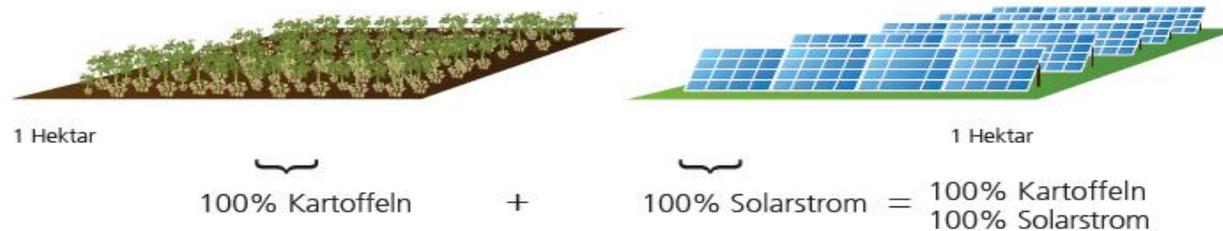
- 3. Die Schnittstelle zwischen Landwirtschaft Technologie und Ökonomie
 - **Die Landwirtschaft im Fokus**
 - Technik: Module, Unterkonstruktion und Verankerung
 - Synergieeffekte und Forschungsergebnisse
 - Die ökonomische Dimension

- 3. Ausblick: Forschungsprojekte und Agri-PV-Systeme
- 4. Gesellschaftlicher und genehmigungsrechtlicher Rahmen

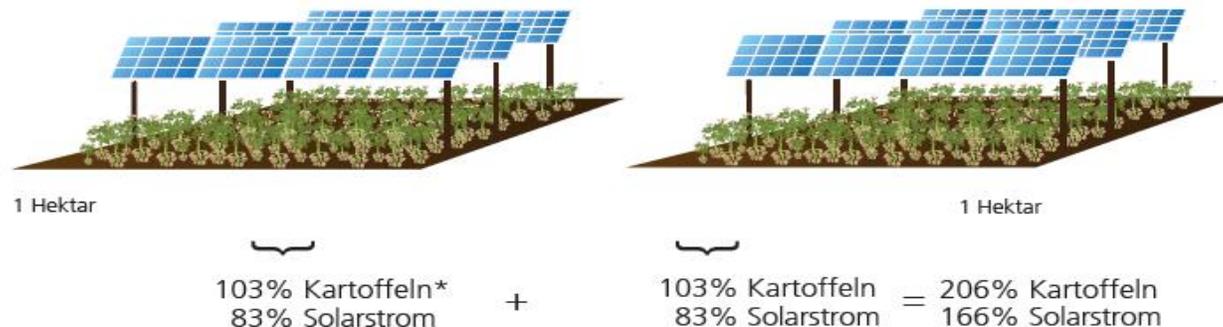
Die Schnittstelle zwischen Landwirtschaft Technologie und Ökonomie

Die Landwirtschaft im Fokus: Die Steigerung der Landnutzungsrate (LER)

Getrennte Flächennutzung auf 2 Hektar Ackerland



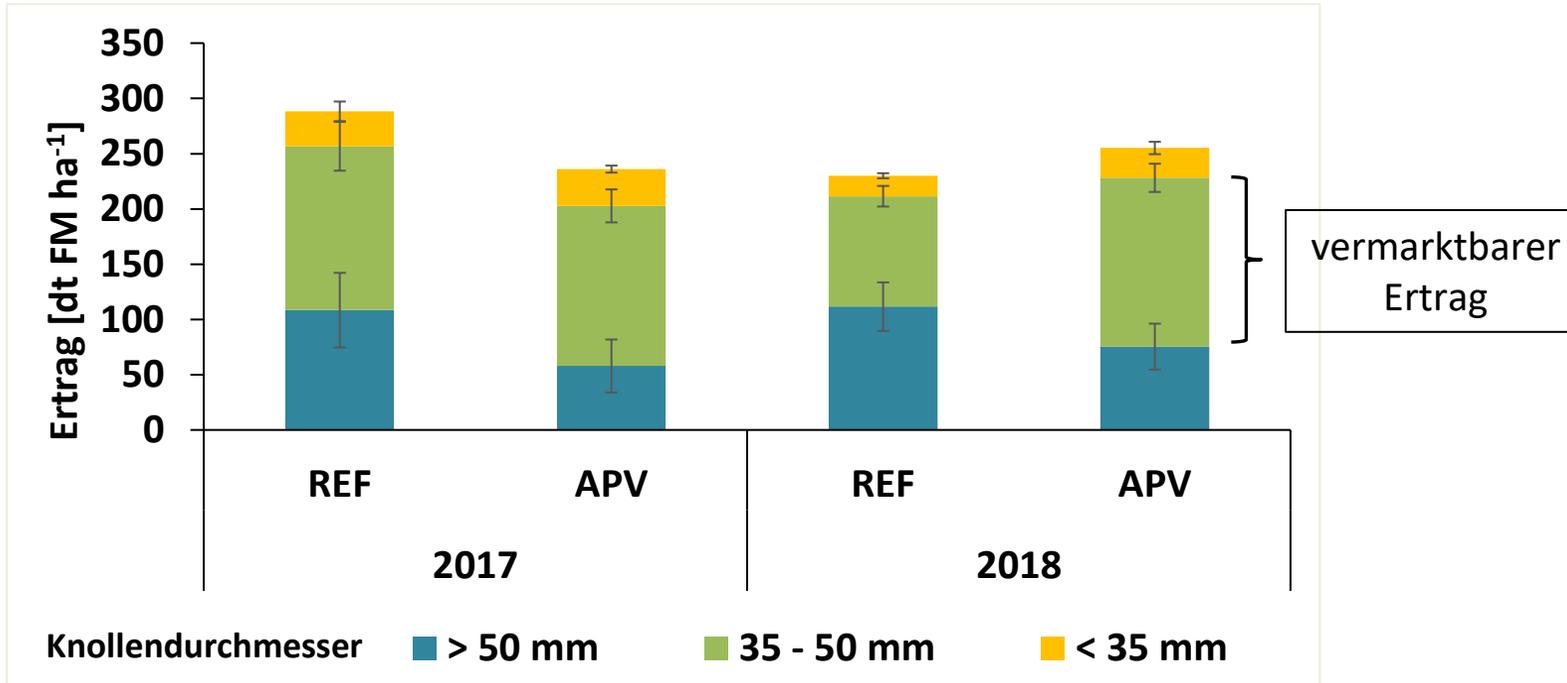
Gemischte Flächennutzung auf 2 Hektar Ackerland: Effizienz > 86% gesteigert



- Fallstudie APV-RESOLA im Jahr 2018:
 - + 11 % Steigerung des Kartoffelertrages
 - – 8 % Flächenverlust
 - LER pro Hektar = 186 %
- Erweiterung der PV-Flächenkulisse ohne Landnutzungskonflikte
- Flächeneffizienzsteigerung in Deutschland zwischen 60 – 90 %

Die Landwirtschaft im Fokus

Ernteertrag- und Qualität im Projekt APV-RESOLA



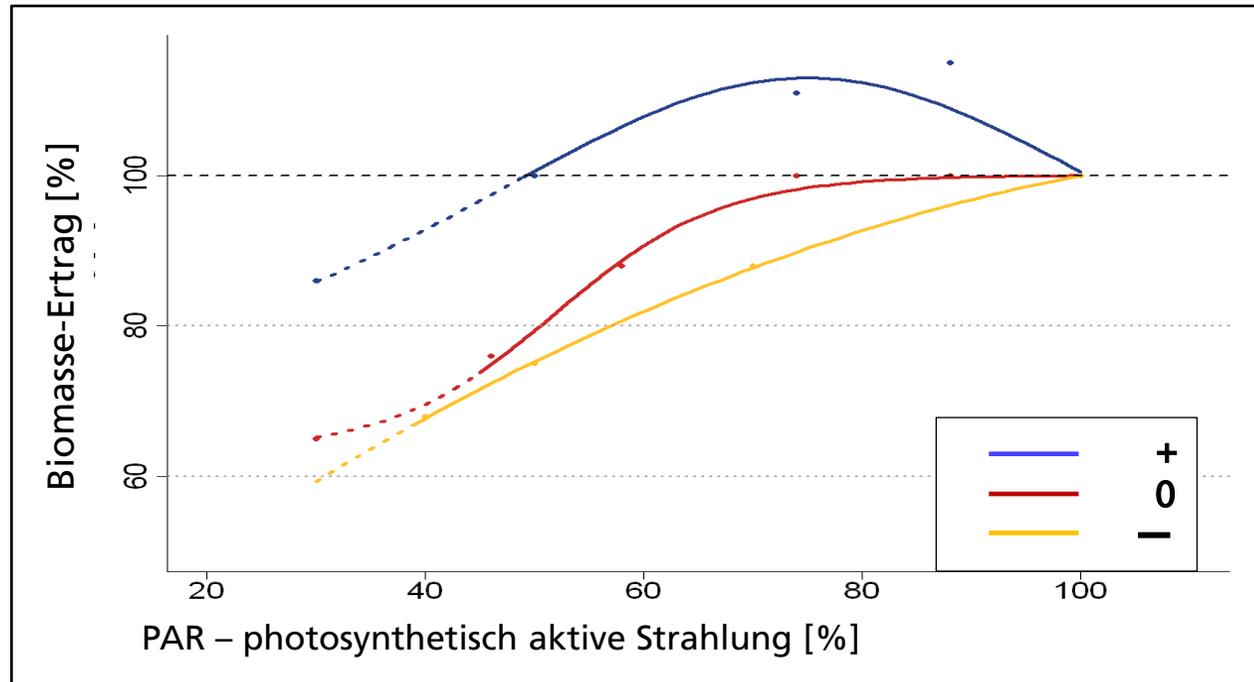
- 2017: Ertrag unter APV um 18 % reduziert
- 2018: Ertrag unter APV um 11 % gesteigert
- Anteil Knollen mit Durchmesser 35 - 50 mm unter APV in beiden Ernten größer



Quelle:
Universität Hohenheim

Die Landwirtschaft im Fokus

Auswahl der „richtigen“ Kulturpflanzen bzw. Fruchtfolge



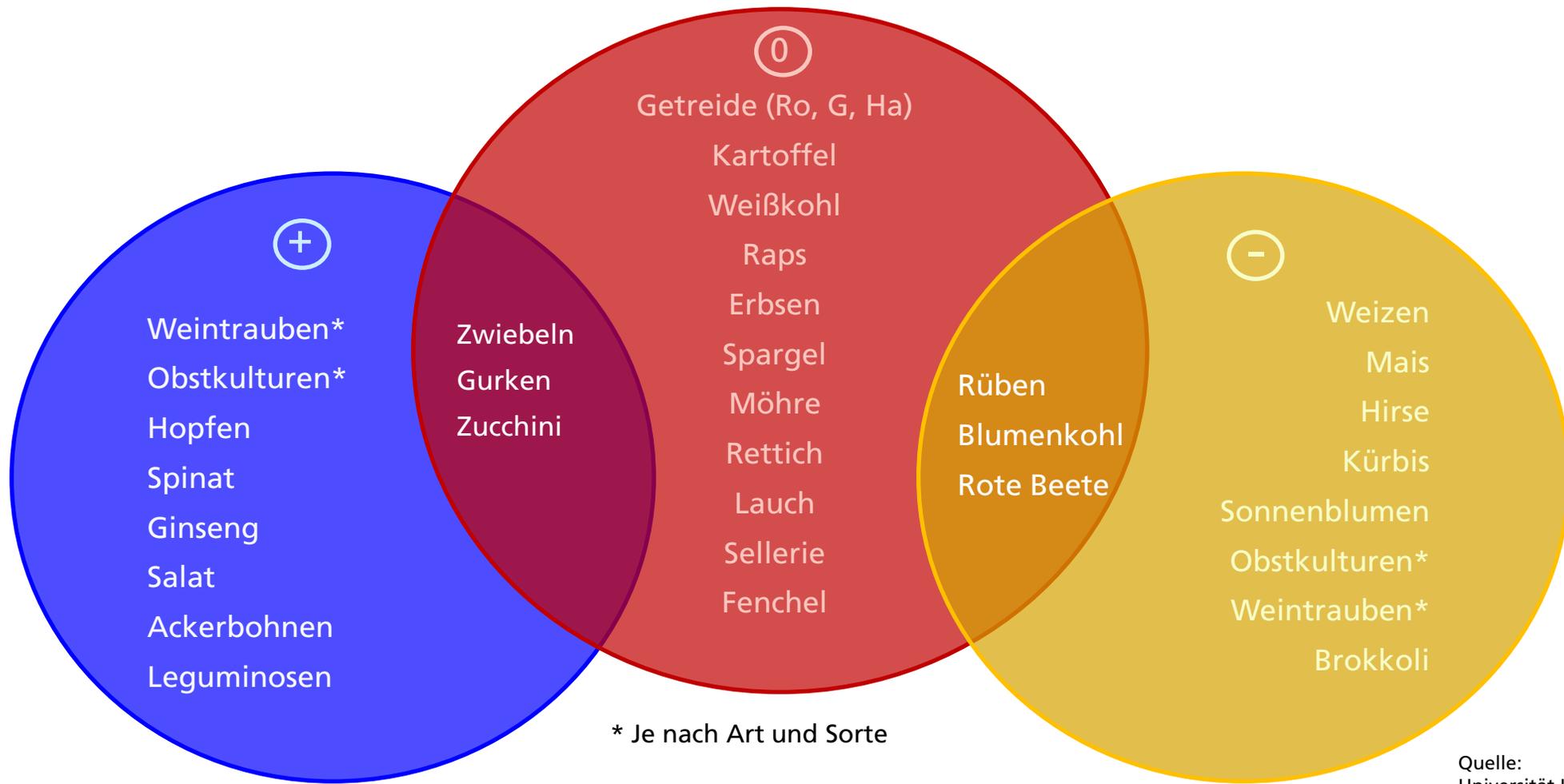
Kategorie	Referenzart
+	Kartoffel
0	Raps & Gerste
-	Mais

Quelle:
Universität Hohenheim

- Schattentolerante Kulturpflanzen vorhanden
- Viele Kulturpflanzen leiden wegen zu hoher Solareinstrahlung
- Ertrags- und Qualitätsgewinn durch Beschattung möglich
- Reduktion von Wasserknappheit

Die Landwirtschaft im Fokus

Schattentoleranzen: Kategorisierung der wichtigsten Kulturen in Deutschland



Quelle:
Universität Hohenheim

Agenda

- 1. Agri-Photovoltaik und die Herausforderungen der Energiewende
- 2. Die Entwicklung der Agri-Photovoltaik-Technologie

- 3. Die Schnittstelle zwischen Landwirtschaft Technologie und Ökonomie
 - Die Landwirtschaft im Fokus
 - **Technik: Module, Unterkonstruktion und Verankerung**
 - Synergieeffekte und Forschungsergebnisse
 - Die ökonomische Dimension

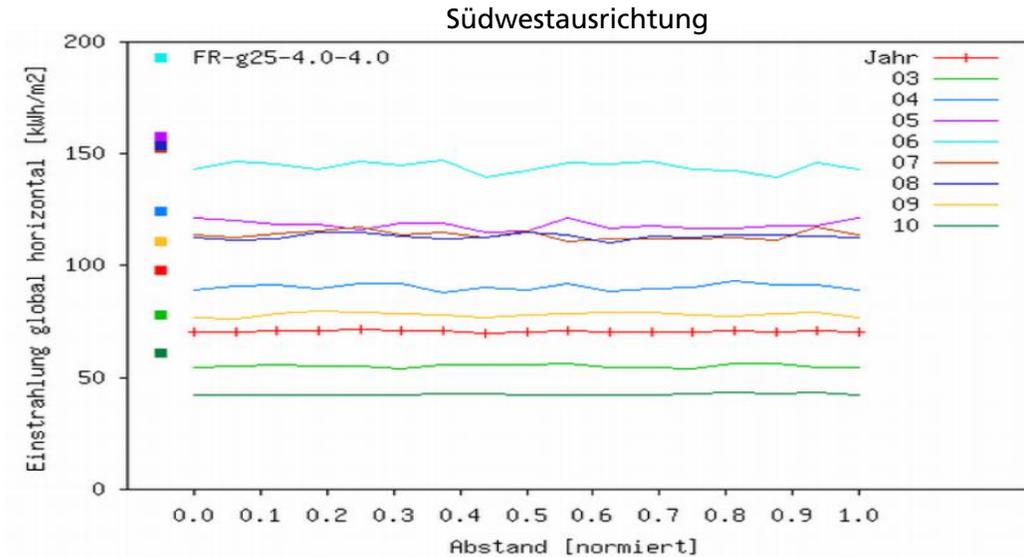
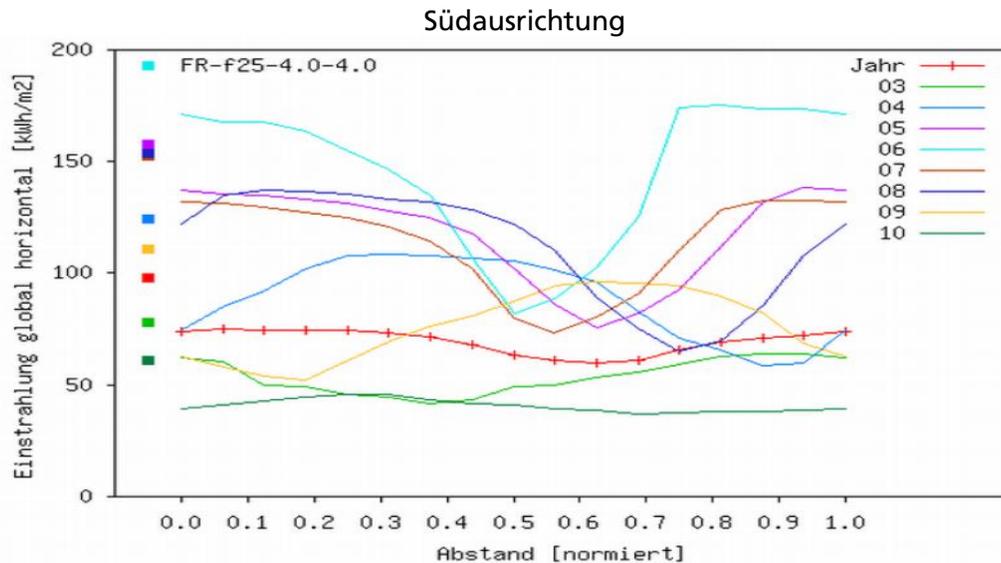
- 3. Ausblick: Forschungsprojekte und Agri-PV-Systeme
- 4. Gesellschaftlicher und genehmigungsrechtlicher Rahmen

Technik: Module, Unterkonstruktion und Verankerung: Lichtmanagement

- Homogene Lichtverteilung ist wünschenswert für gesundes Pflanzenwachstum, gleichmäßige Reifung und Maximierung von Synergieeffekten
- Dies kann auf verschiedene Weise erreicht werden:
 - Süd-West- oder Südost-Ausrichtung der PV-Module statt Süd-Ausrichtung
 - Südausrichtung beibehalten und schmalere PV-Module verwenden (Solar Sharing Japan)
 - Ost-West-Ausrichtung der Module
 - Zweiachsige Nachführung der PV-Module (tracking)



Technik: Module, Unterkonstruktion und Verankerung

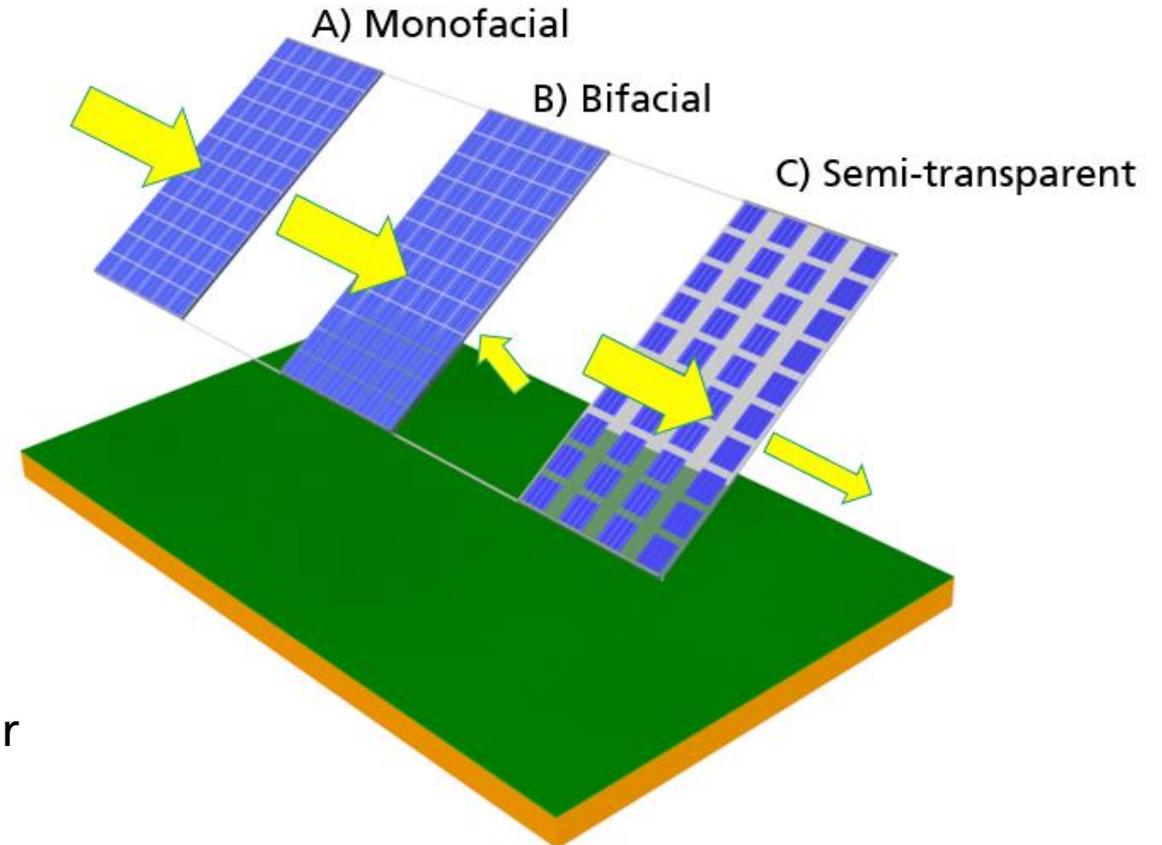


- **Lichtmanagement: Optimierung, Ausrichtung und Abstand**
- Homogene Lichtverteilung bei vom Optimum abweichender PV-Anlagenausrichtung
- Elektrische Ertragseinbußen pro Fläche durch Abweichung vom Optimum und ca. 15 – 20%
- Entlastung Stromnetze, da Erzeugung in Übergangszeiten durch Süd-Ost oder Süd-West - Ausrichtung

Technik: Module, Unterkonstruktion und Verankerung

■ Modulauswahl

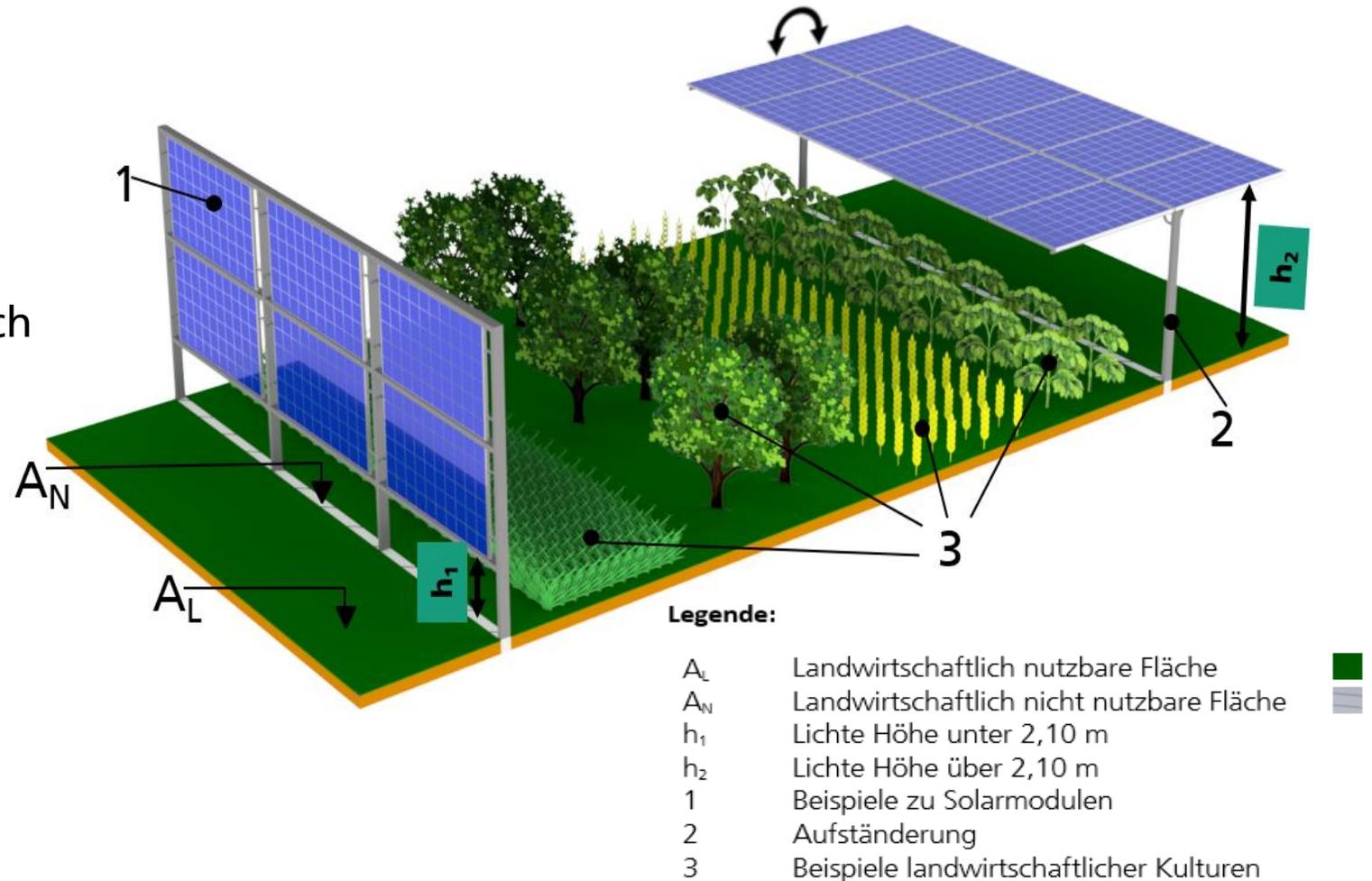
- Monofacial:
 - Nach wie vor größter Marktanteil
- Bifacial:
 - Zweiseitige Stromerzeugung
 - Doppelglas-Aufbau
 - Stärkere Ertragssteigerungen bei Agri- PV aufgrund höherem Boden- und Reihenabstand
- Semi-transparent:
 - c-Si Zellen mit größeren Abständen
 - Transparenzgrade technisch beliebig anpassbar



Technik: Module, Unterkonstruktion und Verankerung

■ Unterkonstruktion

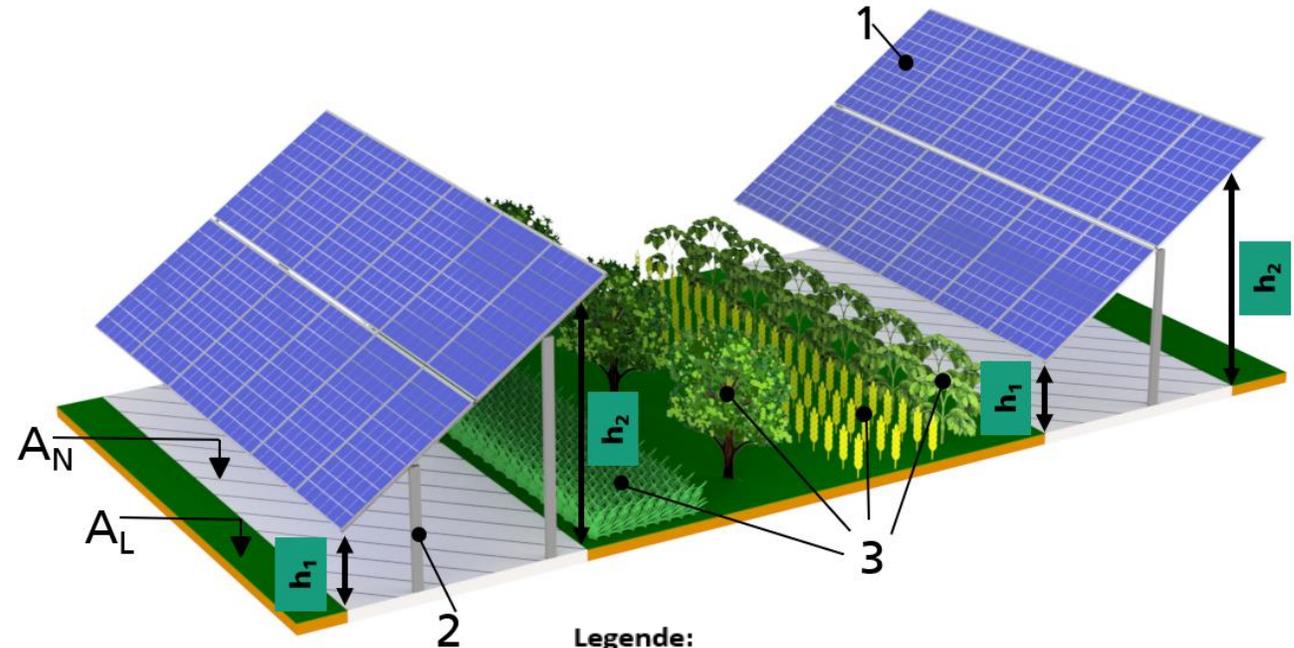
- Vertikale PV-Systeme
- Tracking-Systeme oder feststehende PV-System möglich
- Bewirtschaftung zwischen den Modul-Reihen
- Interspace-Cropping



Technik: Module, Unterkonstruktion und Verankerung

■ Unterkonstruktion

- Bodennahe PV-Systeme
- Tracking-Systeme oder feststehende PV-System möglich
- Bewirtschaftung zwischen den Modul-Reihen (Interspace-Cropping)



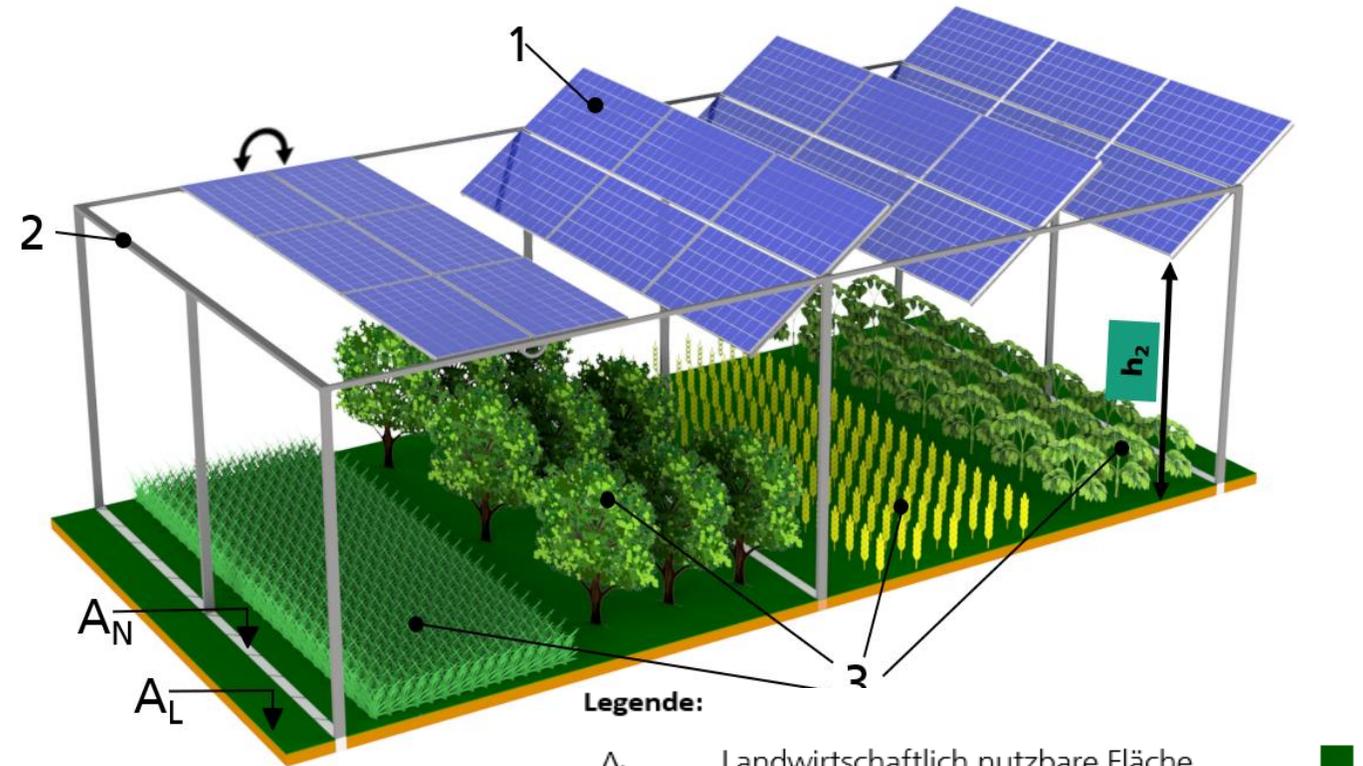
Legende:

- | | | |
|-------|--|--|
| A_L | Landwirtschaftlich nutzbare Fläche |  |
| A_N | Landwirtschaftlich nicht nutzbare Fläche |  |
| h_1 | Lichte Höhe unter 2,10 m | |
| h_2 | Lichte Höhe über 2,10 m | |
| 1 | Beispiele zu Solarmodulen | |
| 2 | Aufständigung | |
| 3 | Beispiele landwirtschaftlicher Kulturen | |

Technik: Module, Unterkonstruktion und Verankerung

■ Unterkonstruktion

- Hoch aufgeständerte PV-Systeme
- Tracking-Systeme oder feststehende PV-System möglich
- Bewirtschaftung unter den PV-Modulen:
 - Klassische Agri-PV Anwendung
 - Maximierung der zu erwartenden Synergieeffekte



Legende:

- A_L Landwirtschaftlich nutzbare Fläche
- A_N Landwirtschaftlich nicht nutzbare Fläche
- h_1 Lichte Höhe unter 2,10 m
- h_2 Lichte Höhe über 2,10 m
- 1 Beispiele zu Solarmodulen
- 2 Aufständering
- 3 Beispiele landwirtschaftlicher Kulturen

Technik: Module, Unterkonstruktion und Verankerung

- **Verankerung und Fundamentierung**
 - Rückstandslose Rückbaubarkeit der Anlage
 - Schutz des fruchtbaren Ackerbodens
 - Schutzmaßnahmen wie Bodenschutzmatten auch beim Anlagenbau beachten



Quelle: BayWa r.e.

Agenda

- 1. Agri-Photovoltaik und die Herausforderungen der Energiewende
- 2. Die Entwicklung der Agri-Photovoltaik-Technologie

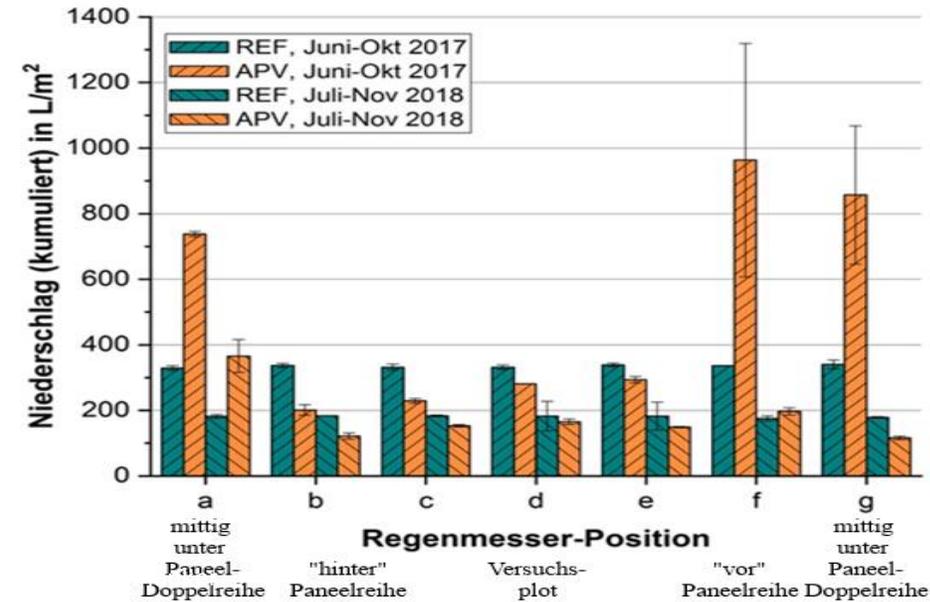
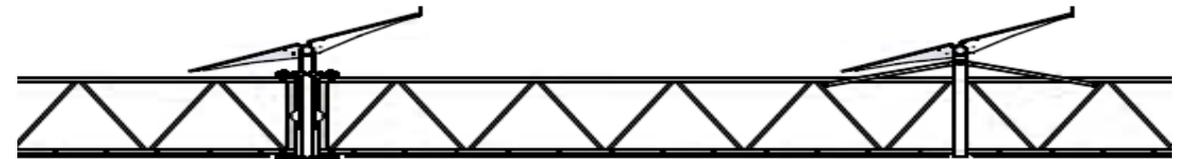
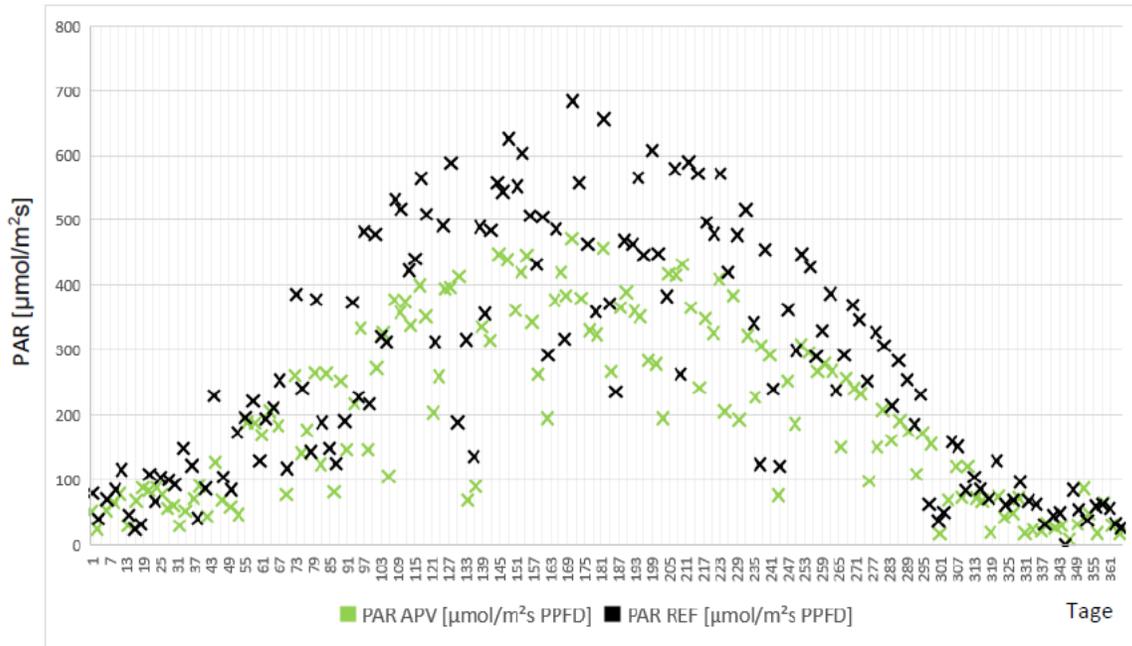
- 3. Die Schnittstelle zwischen Landwirtschaft Technologie und Ökonomie
 - Die Landwirtschaft im Fokus
 - Technik: Module, Unterkonstruktion und Verankerung
 - **Synergieeffekte und Forschungsergebnisse**
 - Die ökonomische Dimension

- 3. Ausblick: Forschungsprojekte und Agri-PV-Systeme
- 4. Gesellschaftlicher und genehmigungsrechtlicher Rahmen

Synergieeffekte und weitere Forschungsergebnisse

Projekt: APV-RESOLA

- Reduktion der solaren Einstrahlung
- Veränderung der Niederschlagsverteilung

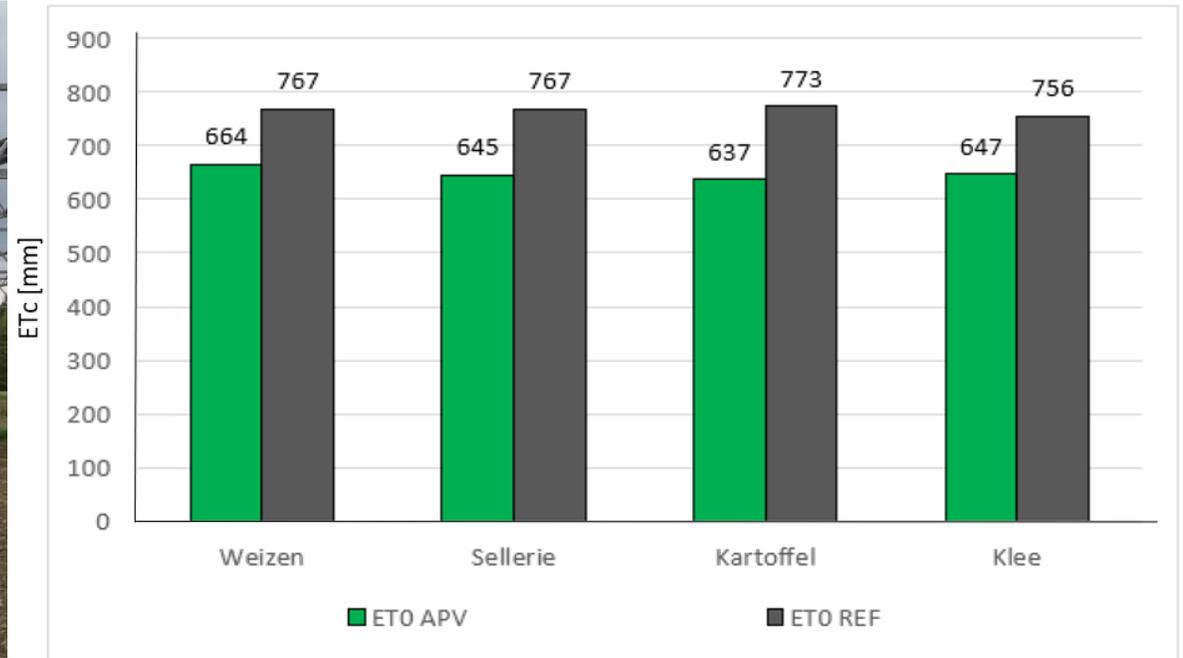


Quelle: Universität Hohenheim

Synergieeffekte und weitere Forschungsergebnisse

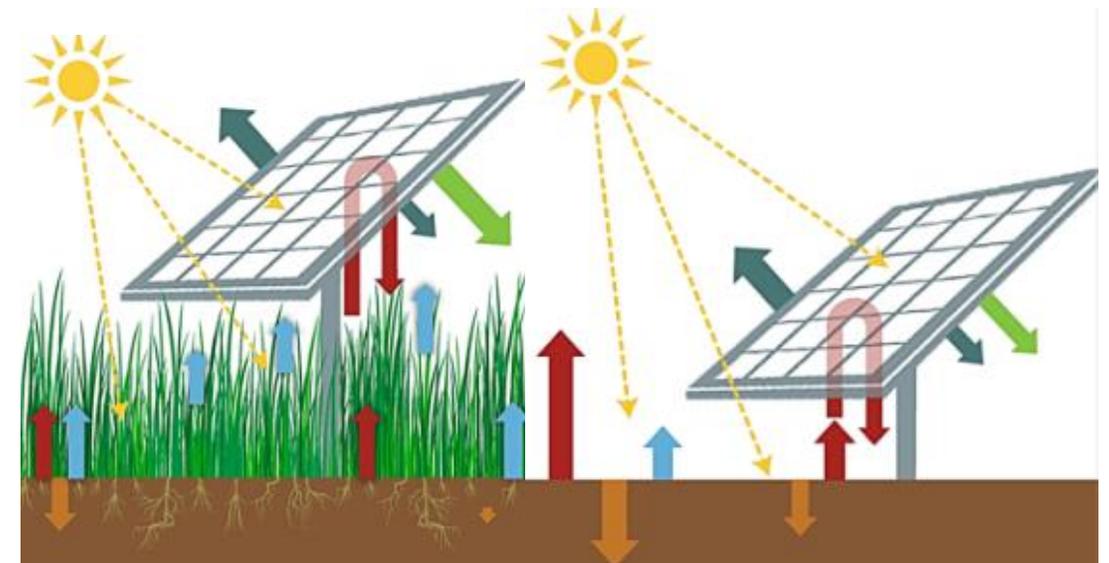
Projekt: APV-RESOLA

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



Synergieeffekte und weitere Forschungsergebnisse

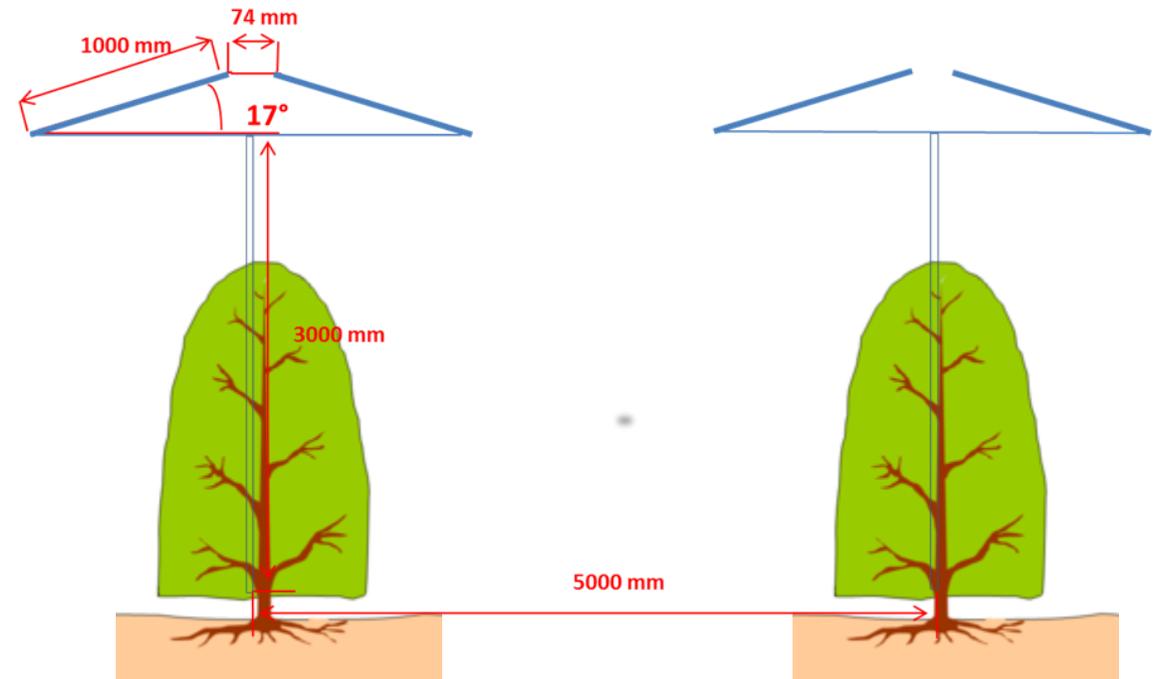
- Verbesserung des Mikroklimas kann zur Transpirationskühlung der PV-Module beitragen:
 - oberhalb einer Temperatur von 25°C sinkt der PV-Wirkungsgrad um 0,4% pro 1°C Erhöhung
- Albedo-Effekt:
 - Bei Nachführsystemen / Bifazialmodulen kann der PV-Wirkungsgrad durch einen größeren Abstand zum Boden gesteigert werden



Synergieeffekte und weitere Forschungsergebnisse

Projekt: APV-Obstbau

- Lichttransmission ca. 70%
- APV-Sondermodule für höheren Pflanzenschutz bei gleichbleibender Lichttransmission
- Ost-West-System für optimierten Hagel- und Regenschutz
- Keine Flächenverluste durch Stützen
- Bei signifikantem Pflanzenschutz evtl. Privilegierung nach §35 BauGB möglich



Agenda

- 1. Agri-Photovoltaik und die Herausforderungen der Energiewende
- 2. Die Entwicklung der Agri-Photovoltaik-Technologie

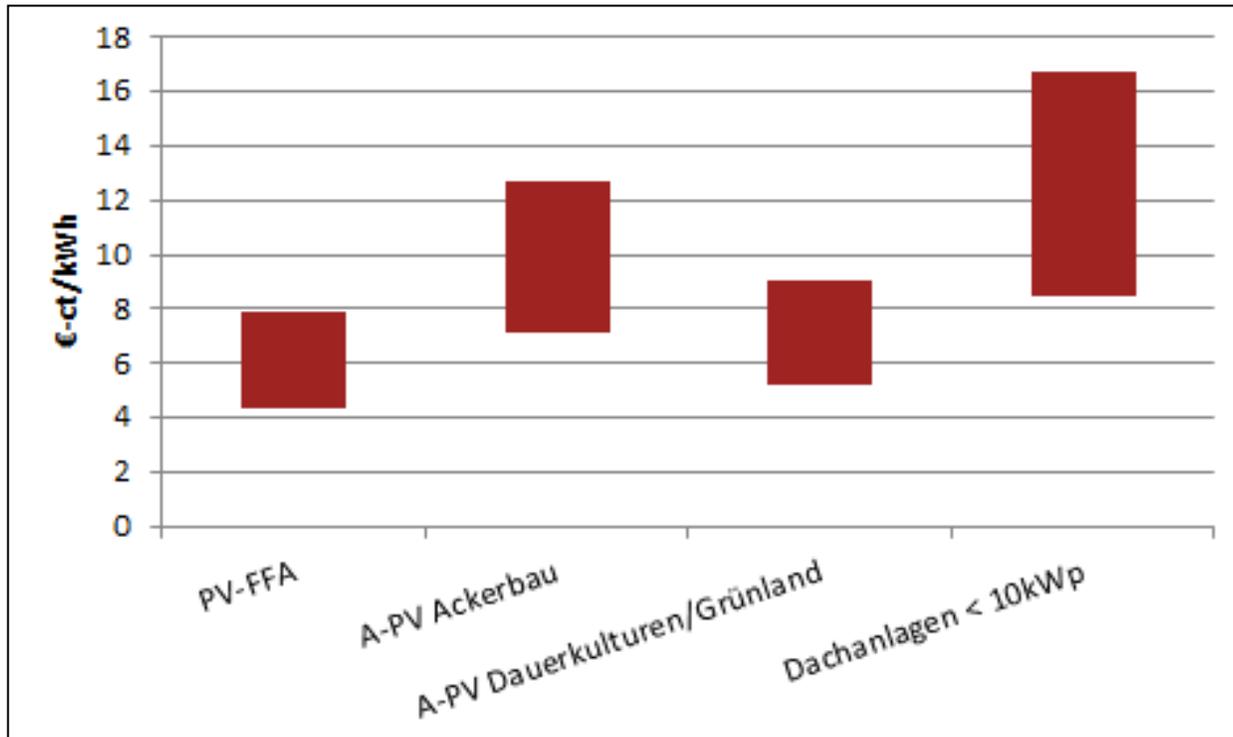
- 3. Die Schnittstelle zwischen Landwirtschaft Technologie und Ökonomie
 - Die Landwirtschaft im Fokus
 - Technik: Module, Unterkonstruktion und Verankerung
 - Synergieeffekte und Forschungsergebnisse
 - **Die ökonomische Dimension**

- 3. Ausblick: Forschungsprojekte und Agri-PV-Systeme
- 4. Gesellschaftlicher und genehmigungsrechtlicher Rahmen

Agri-PV und die Herausforderungen Energiewende

Ökonomische Dimension

Geschätzte durchschnittliche Stromgestehungskosten [€-ct/kWh]

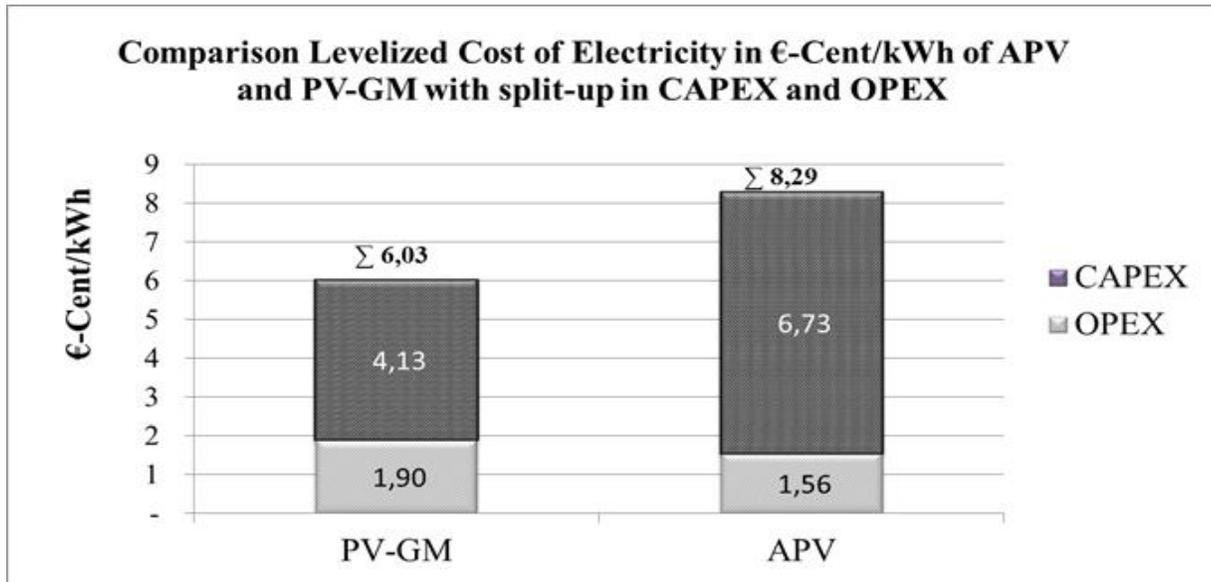


- Strom aus Flächen der Landwirtschaft ca. 20 % günstiger im Vergleich zu kleinen Dach-Anlagen
- Im Ackerbau kostet die Stromerzeugung 20 % mehr als auf Grünland
- Strom aus Freiflächenanlagen ist immer noch am kostengünstigsten

Quelle: Fraunhofer ISE,
Projekt: APV RESOLA

Agri-PV und die Herausforderungen Energiewende

Ökonomische Dimension



Annahmen:

- Stromertrag pro Jahr:
 - PV-FFA: 1.209 kWh/kWp
 - APV: 1.284 kWh/kWp
- Fläche: 2 ha
 - PV-FFA: 1,38 MWp
 - APV: 1,04 MWp

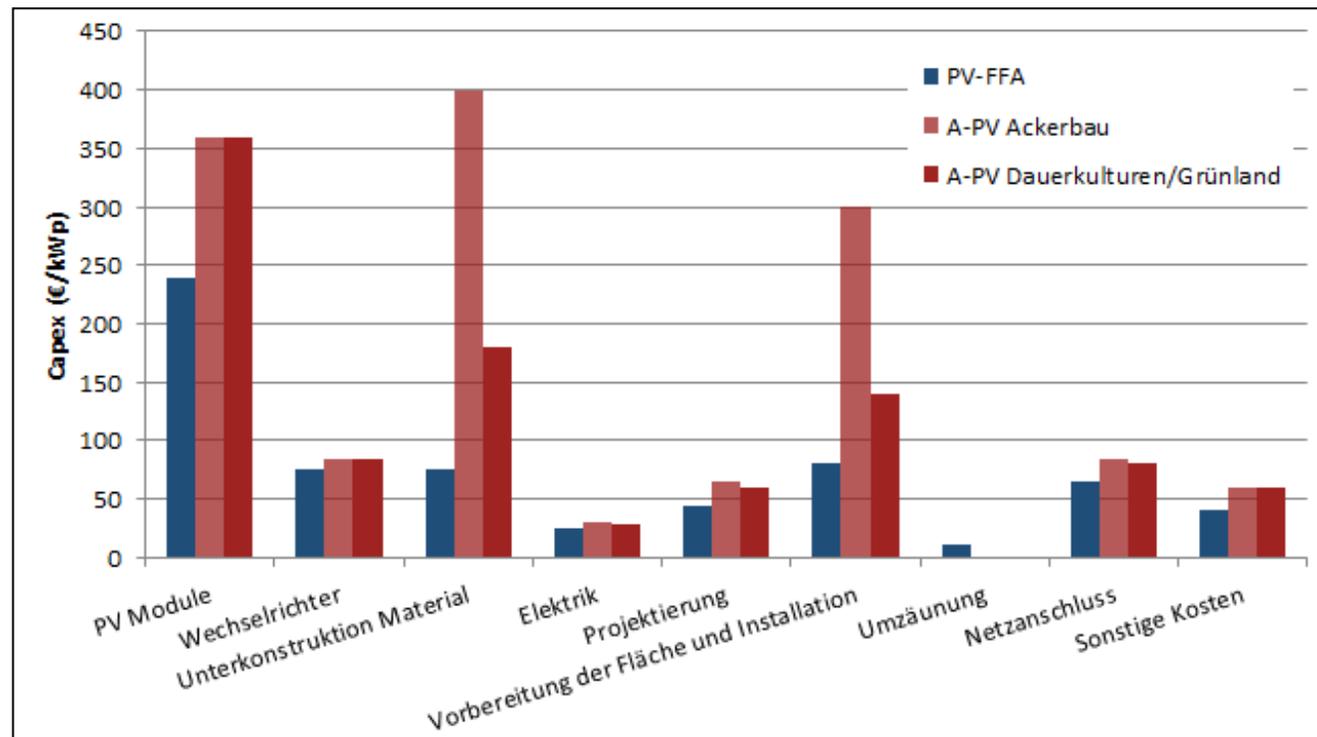
Quelle: Fraunhofer ISE,
Projekt: APV RESOLA

- APV-OPEX < als PV-FFA wegen Synergieeffekte
- APV-LCOE > ca. 1/3 höher als PV-FFA
- Bereits heute wettbewerbsfähig mit PV-Dachanlagen < 10 kWp
- Ernteertragsminderung und Mehraufwand wird ausgeglichen

Agri-PV und die Herausforderungen Energiewende

Ökonomische Dimension

Investitionskosten [€/kWp]



- Wirtschaftlichkeit ist ein wichtiger Faktor für die Landwirtschaft
- Unterschiede bei den Investitionskosten hauptsächlich:
 - Modulpreis
 - Montagestruktur
 - Standortvorbereitung
- Installation und Kosten für elektrische Komponenten meist vergleichbar mit PV-Freiflächenanlagen

Agenda

- 1. Agri-Photovoltaik und die Herausforderungen der Energiewende
- 2. Die Entwicklung der Agri-Photovoltaik-Technologie

- 3. Die Schnittstelle zwischen Landwirtschaft Technologie und Ökonomie
 - Die Landwirtschaft im Fokus
 - Technik: Module, Unterkonstruktion und Verankerung
 - Synergieeffekte und Forschungsergebnisse
 - Die ökonomische Dimension

- **3. Ausblick: Forschungsprojekte und Agri-PV-Systeme**
- 4. Gesellschaftlicher und genehmigungsrechtlicher Rahmen

Agri-Photovoltaik – von der Idee zur Umsetzung

Proof of Concept weltweit

- (A) Deutschland, Hochschule Weihenstephan, 30 kWp, 2013
- (B) Italien, R.E.M. Tech Energy, 3 x APV systems since 2011, 3,2 MWp, 1,3 MWp, 2,15 MWp
- (C) Frankreich, University of Montpellier, 50 kWp, 2010, 2017 – 2019: 45 MWp
- (D) Japan, Solar Sharing, Ministry of Agriculture, Forest and Fishery, Akira Nagashima
 - 1.054 Solar Sharing 2013 - 2018, 80 kWp/Projekt, 85 MWp
- (E) Italien, Corditec, Ahlers, 800 kWp, 2012
- (F) Ägypten, SEKEM, Almaden, Kairo, 90 kWp, 2017
- (G) USA, University of Arizona, approx. 50 kWp, 2017
- (H) Taiwan, Green Source Technology, 400 kWp, 2016

Forschungsprojekte und Agri-PV-Systeme

Forschungsprojekt: APV-Obstbau

- erste Agri-PV-Anlage im Obstbau 2021
- Unterkonstruktion als Spalierersatz und Module als Ersatz von Hagelschutzvorrichtungen



Forschungsprojekte und Agri-PV-Systeme

Forschungsprojekt: APV-MaGa



- **3x Nutzung** des Feldes
 - Lebensmittel
 - PV-Strom
 - Regenwasser „Ernte“
- **Diversifizierung** der Landwirtschaft
- **Synergien** für die **Resilienz** der Landwirtschaft
 - Techno-ökologisch
 - Techno-ökonomisch
- **Evolution** und **Adaption** an die Herausforderungen des **Klima-/Kulturwandels!!!**

Agri-Photovoltaik – von der Idee zur Umsetzung

Forschungsprojekt: Hyperfarm



Quelle: Krinner Carport GmbH

- Pilotanlage: 2020
- Innovatives Seils-System um eine ressourceneffiziente Unterkonstruktion
- Kombination mit E-Mobilität in der Landwirtschaft
- Kombination mit Wasserstoff als Speichermedium

Agri-Photovoltaik – von der Idee zur Umsetzung

Forschungsprojekt und Pilotanlage: APV-RESOLA in Heggelbach



- Installation: 2016 in Heggelbach
- Region: Bodenseekreis
- Fläche: ca. 1/3 ha
- Höhe: 8m
- Durchfahrtshöhe: 5m
- Installierte Leistung: 194 kWp
- Untersuchte Kulturarten: Klee gras, Sellerie, Kartoffeln und Winterweizen

Agenda

- 1. Agri-Photovoltaik und die Herausforderungen der Energiewende
- 2. Die Entwicklung der Agri-Photovoltaik-Technologie

- 3. Die Schnittstelle zwischen Landwirtschaft Technologie und Ökonomie
 - Die Landwirtschaft im Fokus
 - Technik: Module, Unterkonstruktion und Verankerung
 - Synergieeffekte und Forschungsergebnisse
 - Die ökonomische Dimension

- 3. Ausblick: Forschungsprojekte und Agri-PV-Systeme
- **4. Gesellschaftlicher und genehmigungsrechtlicher Rahmen**

Gesellschaftlicher und genehmigungsrechtlicher Rahmen

Innovationsausschreibungen

- Innovationsausschreibungen finden von 2022 bis 2028 statt (Stand: 2022)
- Ausschreibungsvolumen steigt 500 MW stufenweise auf **bis zu 850 MW/Jahr (2028)**
- Förderung: **fixe Marktprämie** (vgl. § 8 InnAV)
- Höchstwert: **7,5 ct/kWh** (derzeit)
- **Teilnahme nur für Anlagenkombinationen zulässig** (vgl. § 4 InnAV):
 - Mehrere EE-Anlagen verschiedener Energieträger oder Kombination aus EE-Anlage und Speicher (davon je mindestens eine Anlage Windenergie oder solare Strahlungsenergie) und
 - Einspeisung über gemeinsamen Netzverknüpfungspunkt (NVP)

Gesellschaftlicher und genehmigungsrechtlicher Rahmen

EEG 2023 und EU-Direktzahlungen

- Referentenentwurf EEG 2023 (Stand: März 2022)
 - Fixe EEG-Einspeisevergütung für Agri-Photovoltaik-Systeme
 - Technologieprämie für Systeme mit hoher Aufständering
 - Flächenkulisse: Ackerland, mehrjährige und Sonderkulturen (kein Grünland, keine Tierhaltung)
- Genehmigungsverfahren:
 - i.d.R. keine Privilegierung nach §35 BauGB
 - Anpassung des Flächennutzungsplans notwendig
 - Baugenehmigung notwendig
- EU-Direktzahlungen (Agrarsubventionen) bleiben erhalten
 - § 12 Abs. 1: DirektZahlDurchfV



Gesellschaftlicher und genehmigungs-rechtlicher Rahmen

APV-RESOLA: Bürgerwerkstätten und Umfrage vor Ort

- Konsens bei der Nutzung von PV
 - Zuerst Nutzung der verfügbaren Dach- und Industrieflächen
 - Auf Ackerflächen Präferenz für APV gegenüber PV-FFA und Wind
- Lernen aus Erfahrungen mit Biogasanlagen
 - „APV-Wildwuchs“ muss verhindert werden
- Bestmögliche Integration ins Landschaftsbild
 - Produktion und Verbrauch zusammenbringen
 - Konzentration der APV-Anlagen sollte begrenzt werden
 - Größe der APV-Anlagen sollte begrenzt werden

Tobias Keinath

www.ise.fraunhofer.de und www.agri-pv.org

tobias.keinath@ise.fraunhofer.de

