

# Agriphotovoltaik - doppelte Landnutzung, dreifacher Effekt!

24.2.2021 15:00-16:30

Prof. Dr. Kerstin Wydra  
FH Erfurt

Mitschnitt der Folien (die original Folien sollen später zur Verfügung gestellt werden)

<https://www.vee-sachsen.de/webkonferenz1502>

Eventuell bleibt die Konferenz auch online unter dem folgenden Link verfügbar (noch nicht sicher..)

[https://www.youtube.com/watch?v=5LErHh6hYXM&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?v=5LErHh6hYXM&feature=emb_logo)

# Kurze Zusammenfassung:

- Hohes Potential für alle Aspekte
- **3,4%** der Ackerfläche könnten **1700 GWp** installierte Leistung liefern!
- Probleme in den Vorschriften und Gesetzen auf allen Ebenen
- Auch Kommunen sollten sich damit beschäftigen da diese auf jeden Fall beteiligt sind
- Deutschland ist nicht führend in diesem Bereich sondern eher Schlusslicht
- China, Japan, Niederlande, Spanien und Frankreich sind wesentlich weiter

# Pilotanlagen

## Pilotanlage Heggelbach

- Standort: Heggelbach (Baden-Württemberg)
- Konstruktion: 5 m Anhebung (Gesamthöhe: 8 m)
- Gesamtfläche: 2 ha, APV-Anlage auf ca. 0,3 ha
- 720 bifaziale PV-Module
- Installierte Leistg.: 194 kWp  
=600 kW/ha;
- Stromertrag: 0,66MWh/ha
- Ertrag pro Fläche:  
40% unter Ref.-Anlage
- 37,5% weniger photosyn-  
thetisch aktive Strahlung

### Untersuchte Nutzpflanzen:

- Winterweizen
- Sellerie
- Kartoffeln
- Klee gras



Quelle: Hofgemeinschaft Heg



# Pilotanlagen

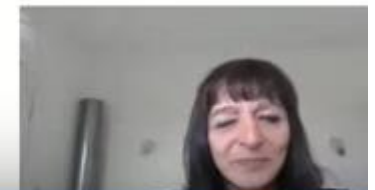
## Forschungsanlage Weihenstephan-Triesdorf

- Standort: Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (Bayern)
- Konstruktion: 3,6 m Anhebung
- Gesamtfläche: 483 m<sup>2</sup>, APV-Anlage auf ca. 144 m<sup>2</sup>
- 90 PV-Module, 1-Achsen-Nachführungssysteme in Nord-Süd-Reihen mit bifazialen Modulen
- Installierte Leistung: 22 kWp = 857 kW/ha
- Stromertrag: 1,15 MWh/ha
- Ertrag 6% über Ref.-Anlage
- 60% weniger photosynthetisch aktive Strahlung



### Untersuchte Nutzpflanzen:

- Chinakohl
- Lollo Rosso, Kartoffeln





# Pilotanlagen

## Agri-Photovoltaik - Anbau zwischen PV Modulen



### Solarpark Donaueschingen-Aasen, Baden-Württemberg

Inbetriebnahme 2020

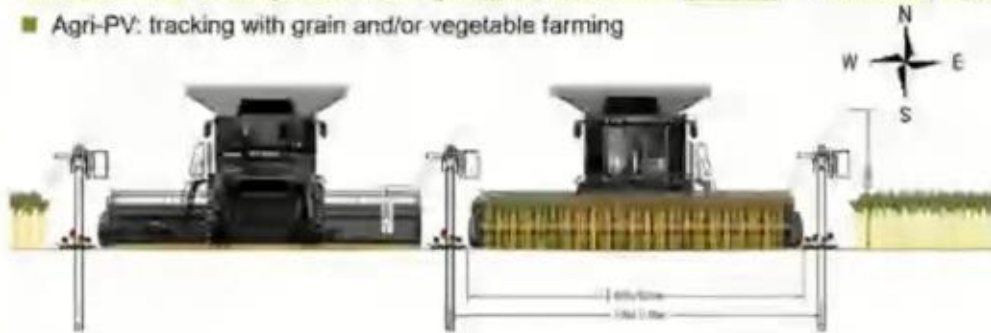
- Bifaziale Module, vertikal,
- Ost-West-Ausrichtung in Nord-Süd-Reihen
- Leistung: 395 kW/ha; Stromertrag: 0,435 MWh/ha
- Ertrag pro Fläche: 60% unter Ref.-Anlage
- 21% weniger photosynthetisch aktive Strahlung

<https://www.next2sun.de>

### BayWa r.e. Agri-PV Products: Application Type 2 Parallel-use of cropland

Installed close to the ground, less synergies, agriculture between PV modules, e.g. grain or livestock farming

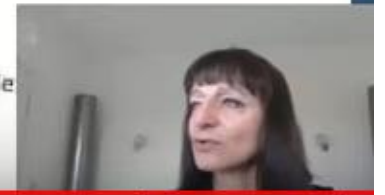
- Agri-PV: tracking with grain and/or vegetable farming



- Agri-PV: fix tilt with grassland, pastureland, animal husbandry

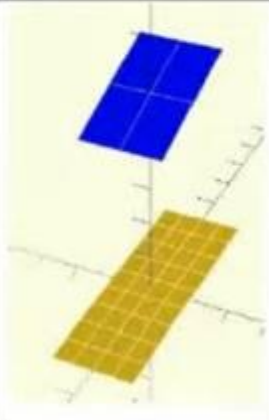
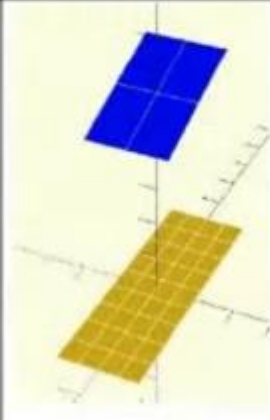
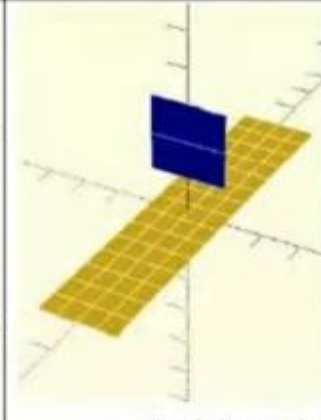


Quelle



# Pilotanlagen (Aufständerungen Fa. Leitner Schweiz nur noch 10% der Kosten !!!)

## Anlagentypen Pilotanlagen Deutschland

Parameter	Anlagentyp 1 „Heggelbach“	Anlagentyp 2 „Weihenstephan“	Anlagentyp 3 „Dirmingen“
Abstand zwischen den Modulreihen	10 m	7 m	10 m
Modulbreite	1 m	1 m	1,024 m
Modullänge	1,675 m	1,59 m	2,024 m
Aufstellhöhe	5 m	3,6 m	1 m
Simulationsdomänenlänge (Nord-Süd)	10 m	7 m	10 m
Simulationsdomänenbreite (Ost-West)	2,06 m	2,06 m	2,06 m
Aufstellwinkel	20°	nachgeführt	90°
Simulationsumgebung			

Alternativen **Aufhängungssystemen auf Drahtseilbasis** wird das Potenzial nachgesagt, die Mehrkosten für die APV-Konstruktion auf etwa 10% der BOS-Kosten zu drücken (Leitner 2020).

Durchfahrtsbreite 15m



# Pilotanlagen

## Photovoltaik-Freiflächenanlage in Frankreich entsteht auf rauen Holzstrukturen

Die französische Genossenschaft Céléwatt und das Ingenieurbüro Mécojit bauen im Südwesten Frankreichs einen neuen Solarpark mit einer Leistung von 250 Kilowatt. Die Solarmodule werden auf einer Rohholzstruktur installiert, die aus den umliegenden Wäldern stammt, um die lokale Beschäftigung und eine regionale natürliche Ressource zu fördern.

17. NOVEMBER 2020 GWÉNAËLLE DEBOUTTE



Eichenholz aus der Region wird als Montagegestell für die Solarmodule genutzt.

Foto: CéléWatt





# Andere Länder

## French consortium wants to mobilize €1 billion for agrivoltaic projects

Sun'Agri and RGreen Invest have launched an initiative aimed at deploying around 300 agrivoltaic projects in France by 2025.

NOVEMBER 6, 2020 **JOËL SPAES**



<https://www.pv-magazine.com/2020/11/06/french-consortium-wants-to-mobilize-e1-billion-for-agrivoltaic-projects/>

Image: Sun'Agri/Sun'D

- Ziel: 300 agrivoltaic Farmen in Frankreich 2025
- Erhöhung des Ernteertrages auf 1.500-2.000 ha
- 20% Wassereinsparung
- Schutz der Pflanzen vor Wetterschäden
- ....**China**: APV-Anl. 700 MWp





# Andere Länder

## Crops grown in agrivoltaic farms in Japan

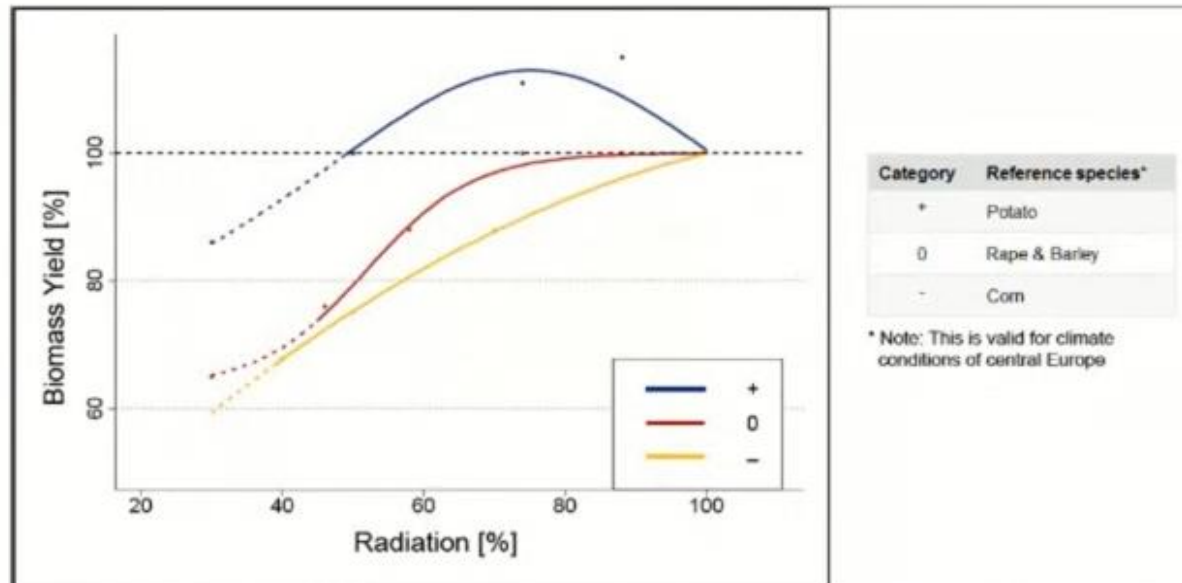
> 120 crops

Number of cases	Common name (Scientific name) [number of cases]
>10	<b>mioga ginger</b> ( <i>Zingiber mioga</i> Rosc.) [65], <b>Japanese cleyera</b> ( <i>Cleyera japonica</i> ) [41], <b>paddy rice</b> ( <i>Oryza sativa</i> ) [35], <b>shiitake mushroom</b> ( <i>Lentinula edodes</i> ) [31], <b>blueberry</b> ( <i>Cyanococcus</i> spp.) [20], <b>fuki / butterbur</b> ( <i>Petasites japonicus</i> (Siebold et Zucc.) Maxim.) [18], <b>tea</b> ( <i>Camellia sinensis</i> (L.) O. Kuntze) [15], <b>green onions</b> ( <i>Allium fistulosum</i> L.) [14], <b>pasture grass</b> [13], <b>pumpkin</b> ( <i>Cucurbita maxima</i> ) [13], <b>sweet potato</b> ( <i>Ipomoea batatas</i> ) [11], <b>persimmon</b> ( <i>Diospyros kaki</i> ) [11]
9	<b>orange</b> ( <i>Citrus unshiu</i> )
8	<b>soybean</b> ( <i>Glycine max</i> ), <b>potato</b> ( <i>Solanum tuberosum</i> L.), <b>taro</b> ( <i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott)
7	<b>asparagus</b> ( <i>Asparagus officinalis</i> L.), <b>wood ear mushroom</b> ( <i>Auricularia auricula-judae</i> ), <b>lettuce</b> ( <i>Lactuca sativa</i> ), <b>peanut</b> ( <i>Arachis hypogaeae</i> )
6	<b>cabbage</b> ( <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> ), <b>senryu</b> ( <i>Sarcandra glabra</i> )
5	<b>bracken fern</b> ( <i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.), <b>Japanese horseradish</b> ( <i>Eutrema japonicum</i> (Miq.) Koidz.), <b>carrot</b> ( <i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i> ), <b>ashitaba</b> ( <i>Angelica keiskei</i> (Miq.) Koidz.), <b>onion</b> ( <i>Allium cepa</i> ), <b>radish</b> ( <i>Raphanus sativus</i> var. <i>hortensis</i> ), <b>dwarf mondo grass</b> ( <i>Ophiopogon japonicus</i> 'Tamaryu'), <b>tomato</b> ( <i>Solanum lycopersicum</i> ), <b>Chinese cabbage</b> ( <i>Brassica rapa</i> var. <i>pekinensis</i> ), <b>Japanese star anise</b> ( <i>Illicium religiosum</i> Siebold & Zucc.), <b>garlic</b> ( <i>Allium sativum</i> )
4	<b>Grape</b> ( <i>Vitis</i> spp.), <b>Japanese chestnut</b> ( <i>Setaria italica</i> ), <b>young soybean</b> ( <i>Glycine max</i> ), <b>barroom plant</b> ( <i>Aspidistra elatior</i> )
3	<b>buckwheat</b> ( <i>Fagopyrum esculentum</i> Moench), <b>wheat</b> ( <i>Triticum aestivum</i> ), <b>komatsuna</b> ( <i>Brassica rapa</i> var. <i>pervirdis</i> ), <b>citron</b> ( <i>Citrus junos</i> ), <b>spinach</b> ( <i>Spinacia oleracea</i> ), <b>Chinese chives</b> ( <i>Allium tuberosum</i> , Rottler ex Spreng.), <b>chameleon plant</b> ( <i>Houttuynia cordata</i> ), <b>lemon</b> ( <i>Citrus limon</i> ), <b>kiwifruit</b> ( <i>Actinidia chinensis</i> )
2	<b>fig</b> ( <i>Ficus carica</i> ), <b>mini tomato</b> ( <i>Lycopersicum esculentum</i> ), <b>potato</b> ( <i>Solanum tuberosum</i> L.), <b>ginger</b> ( <i>Zingiber officinale</i> ), <b>udo</b> ( <i>Aralia cordata</i> ), <b>broccoli</b> ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i> ), <b>Japanese pepper tree</b> ( <i>Zanthoxylum piperitum</i> ), <b>shiso / Japanese basil</b> ( <i>Perilla frutescens</i> var. <i>crispa</i> ), <b>cucumber</b> ( <i>Cucumis sativus</i> L.), <b>dekopon</b> ( <i>Citrus unshiu</i> x <i>reticulata</i> Siranui), <b>garden peas</b> ( <i>Pisum sativum</i> L.), <b>sesame</b> ( <i>Sesamum indicum</i> ), <b>red clover</b> ( <i>Trifolium pratense</i> L.)
1	<b>hascup</b> ( <i>Lonicera caerulea</i> var. <i>emphylocalyx</i> ), <b>maitake</b> (hen-of-the-woods) ( <i>Grifola frondosa</i> ), <b>Jerusalem artichoke</b> ( <i>Helianthus tuberosus</i> L.), <b>garland chrysanthemum</b> ( <i>Chrysanthemum coronarium</i> L.), <b>water convolvulus</b> ( <i>Ipomoea aquatica</i> Forsk.), <b>leaf lettuce</b> ( <i>Lactuca sativa</i> var. <i>crispa</i> ), <b>Blackberry</b> ( <i>Rubus fruticosus</i> ), <b>sudachi</b> ( <i>Citrus sudachi</i> ), <b>ostrich fern</b> ( <i>Matteuccia struthioptens</i> ), <b>Hydrangea</b> ( <i>Hydrangea macrophylla</i> ), <b>pak choi</b> ( <i>Brassica rapa</i> var. <i>chinensis</i> ), <b>Christmas rose</b> ( <i>Helleborus</i> spp.), <b>turf grass</b> ( <i>Zoysia</i> spp.), <b>bulb</b> , <b>black squirrel</b> ( <i>Ilex rotunda</i> ), <b>yacon</b> ( <i>Smallanthus sonchifolius</i> ), <b>rakkyo</b> ( <i>Allium chinense</i> G. Don), <b>dichondra</b> ( <i>Dichondra</i> spp.), <b>holly nanten</b> ( <i>Mahonia japonica</i> (Thunb.) DC.), <b>rape</b> ( <i>Brassica campestris</i> L.), <b>trefoll</b> ( <i>Cryptotaenia japonica</i> ), <b>fukinoto</b> ( <i>Petasites japonicus</i> (Siebold et Zucc.) Maxim.), <b>cauliflower</b> ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i> ), <b>mugwort</b> ( <i>Artemisia</i> spp.), <b>apple</b> ( <i>Malus pumila</i> var. <i>domestica</i> ), <b>high moss</b> ( <i>Hypnum plumaeforme</i> , Wilson.), <b>currant</b> ( <i>Ribes</i> spp.), <b>flowers</b> , <b>maize</b> ( <i>Zea mays</i> ), <b>kiboshi</b> ( <i>Hosta</i> spp.), <b>strawberry</b> ( <i>Fragaria ×ananassa</i> Duchesne ex Rozier), <b>shimeji</b> ( <i>Hypsizygus marmoratus</i> ), <b>moss</b> , <b>herbs</b> , <b>eggplant</b> ( <i>Solanum melongena</i> ), <b>watermelon</b> ( <i>Citrullus lanatus</i> ), <b>June berry</b> ( <i>Amelanchier canadensis</i> ), <b>prickly pear</b> ( <i>Anredera cordifolia</i> ), <b>Japanese apricot</b> ( <i>Prunus mume</i> ), <b>jabara</b> ( <i>Citrus jabara</i> hort. ex Y. Tanaka), <b>moss phlox</b> ( <i>Phlox subulate</i> ), <b>coralberry</b> ( <i>Ardisia crenata</i> ), <b>plantain</b> ( <i>Plantago asiatica</i> ), <b>shibuki</b> ( <i>Myrica rubra</i> ), <b>turnip</b> ( <i>Brassica rapa</i> L.), <b>okra</b> ( <i>Abelmoschus esculentus</i> ), <b>senna tea</b> ( <i>Senna obtusifolia</i> ), <b>kiyomi tangor</b> ( <i>Citrus unshiu</i> × <i>sinensis</i> ), <b>cherry</b> ( <i>Prunus</i> spp.), <b>giant elephant ear</b> ( <i>Colocasia gigantea</i> ), <b>Chinese milk vetch</b> ( <i>Astragalus sinicus</i> L.), <b>fodder</b> , <b>hanashiba</b> ( <i>Illicium religiosum</i> ), <b>mulberry</b> ( <i>Morus</i> spp.), <b>hyuganatsu</b> ( <i>Citrus tamurana</i> ), <b>kumquat / cumquat</b> ( <i>Citrus japonica</i> / <i>Fortunella japonica</i> ), <b>Solomon's seal</b> ( <i>Polygonatum</i> spp.), <b>dracaena</b> ( <i>Dracaena</i> spp.), <b>coffee</b> ( <i>Coffea</i> spp.), <b>bitter gourd</b> ( <i>Momordica charantia</i> ), <b>turmeric</b> ( <i>Curcuma longa</i> )

# Auswirkungen auf die Pflanzen

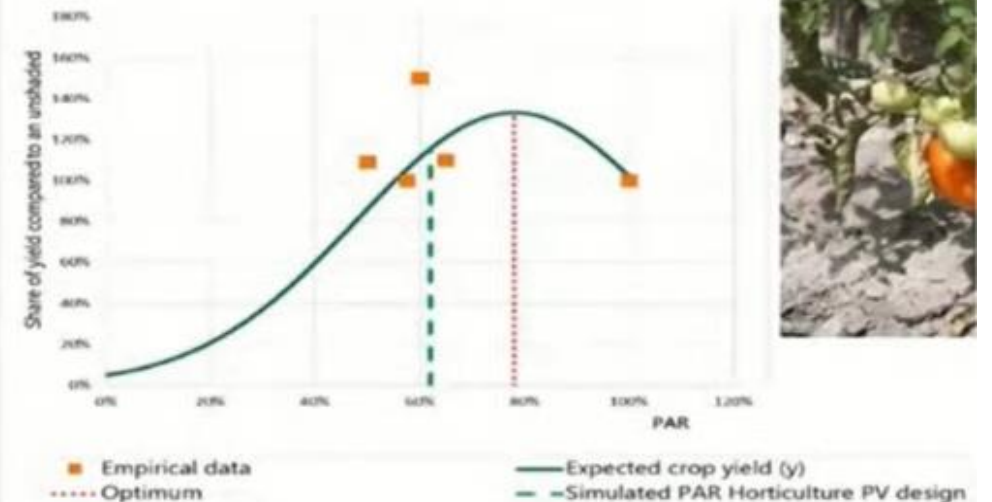
## Bestrahlung und Pflanzenwachstum

### Ernteertrag in Abhängigkeit von der Einstrahlung (PAR = photosynthetic active radiation)



Biomasseproduktion von Kartoffeln, Raps, Gerste und Mais in Abhängigkeit von der Bestrahlungsintensität (Obergefell 2016, o.S.)

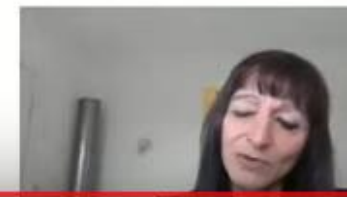
### Shadow -Yield Response Curve: Tomatoes



Ertragssteigerung von 16% erwartet

Fraunhofer ISE, APV Conf. 2020

Kartoffeln und Tomaten verfügen über gute Schattentoleranz  
(Erhöhung der Biomasseproduktion bei Verringerung des Lichteinfalls)

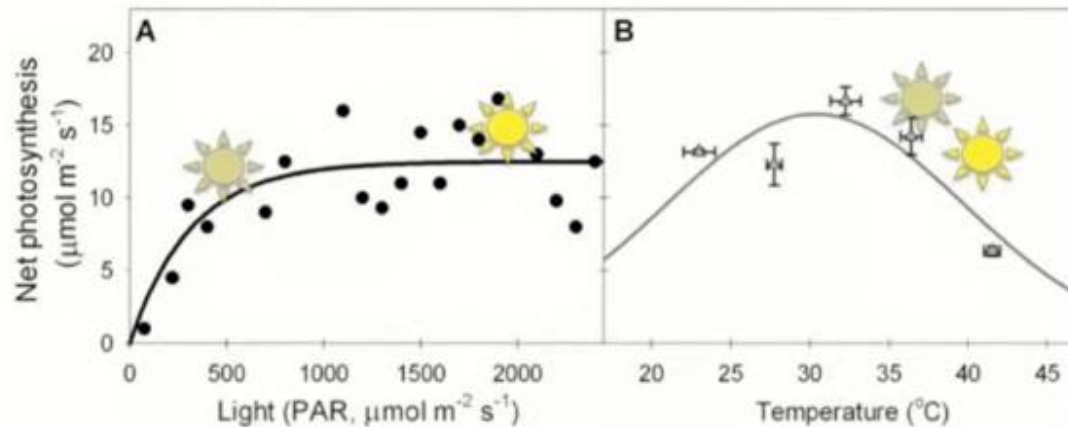




# Auswirkungen auf die Pflanzen

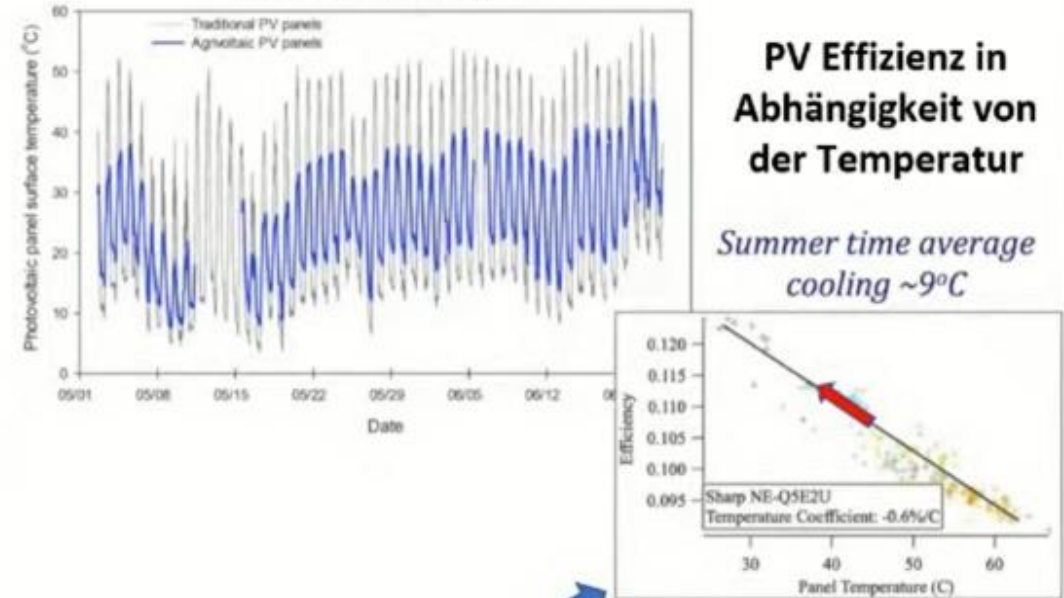
## Bestrahlung, Temperatur, Photosynthese & PV Effizienz

Photosynthese in Abhängigkeit von Einstrahlung und Temperatur



*A small reduction in photosynthetic capacity due to reduced light might be offset by better temperatures!*

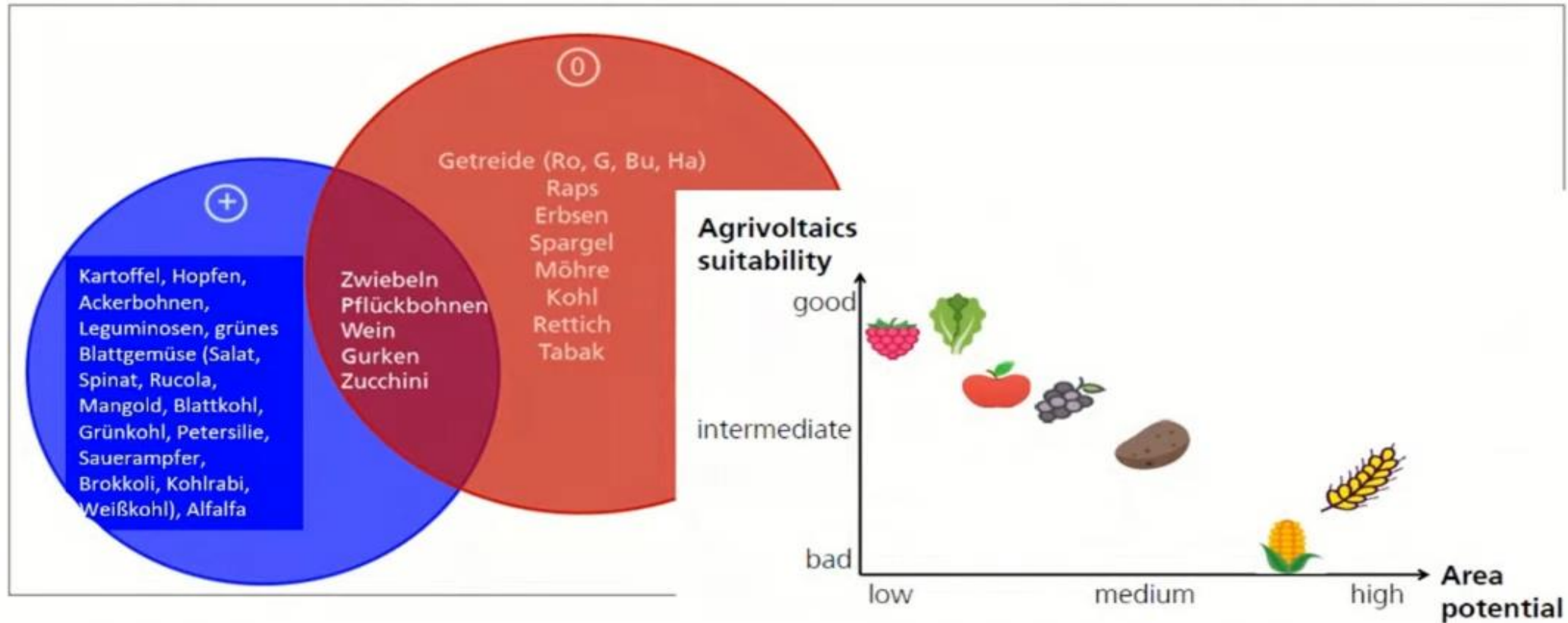
Temperatur der Module in FFPV und APV





# Auswirkungen auf die Pflanzen

## Einordnung der Schattentoleranz von in Deutschland relevanten Nutzpflanzen



(modifiziert nach Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE) o. J. c. o. S.)

S. Gruber, P. Höv, M. Trommsdorff 2020


### Flächenprimärnutzung: Kulturpflanze

- **Spargel** (Belgien) *Steuerung des Mikroklimas*
- **Himbeere, Blaubeere, Erdbeere, Johannisbeere** (Niederlande) *Sehr gute Erträge, kein Windschutz nötig, verbessertes Mikroklima, Ausgleich Tag/Nachttemperatur, Pflanzen trockener – weniger Pilzbefall, ökonomische Einsparungen*
- **Blattgemüse** *gesteigerter Ertrag (Biomasse)*
- **Brokkoli, Paprika** – *gleicher Ertrag bei > 85% Sonnenlicht*
- **Fruchtgemüse** – *Tomate höherer Ertrag; gleicher Ertrag bei bis zu 45% Beschattung*
- **Wein, Apfel, Birne** (Italien, Japan) – *besserer Schutz gegen Witterung*
- **Mais, Weizen, Reis, Tee** (Italien, Japan) – *keine Ertragsminderung, teils Erhöhung*

Länder: Italien, Japan, Frankreich, Niederlande, Belgien, Österreich, Malaysia, Korea, Taiwan, USA....



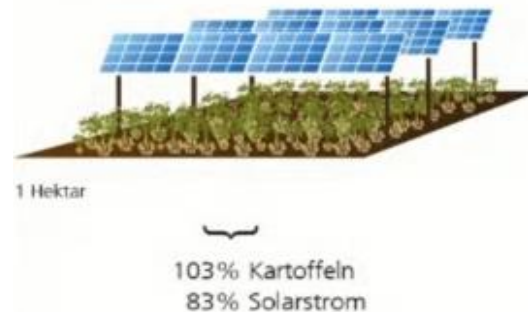
# Erfahrungen

LER\* von APV-Anlagen, Potential für die Gesellschaft  FACHHOCHSCHULE  
ERFURT UNIVERSITÄT  
OF APPLIED SCIENCES

Getrennte Flächennutzung auf 1 Hektar Ackerland: 100% Kartoffeln oder 100% Solarstrom



Gemischte Flächennutzung auf 1 Hektar Ackerland: 186% Landnutzungseffizienz



Flächennutzungspotential eines Hektars Ackerland  
(Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE) 12.04.2019; S. 1)

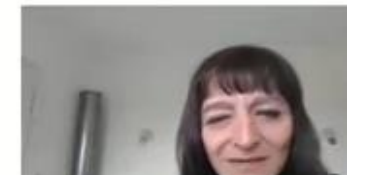
\*Landäquivalentverhältnis

**APV kann LER einer Fläche steigern**

LER Kartoffeln & PV: **1,86**

**Vorteile:**

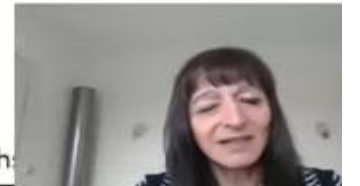
- Doppelnutzung  
→ Keine Landnutzungskonflikte  
und Steigerung Ressourceneffizienz
- Flächeneffizienzsteigerung um >6% möglich
- Diversifizierung der Einkommensstruktur von Landwirten





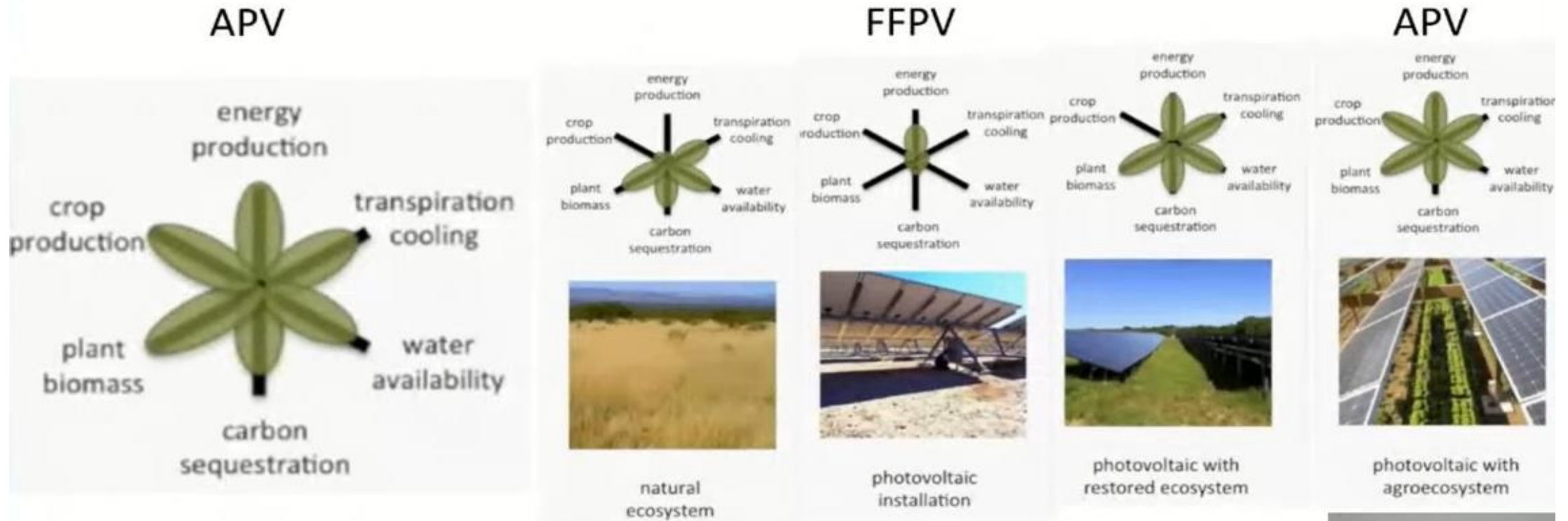
### Niedersachsen

- Kartoffel, Spargel (10 Jahre), Erdbeere (2 Jahre), Heidelbeere (20 Jahre), Apfel (20 Jahre)
- Frage: Standzeitraum, Fruchtwechsel, geeignete Vor- / Nachkulturen
- Diese Kulturen bringen es gemeinsam auf eine **Anbaufläche von etwa 17500 ha** in Niedersachsen; gelänge es, auf **10% dieser Fläche eine Doppelnutzung mit APV zu realisieren, so würde das je nach APV-Anlagentyp eine installierte Leistung von 0,7 GW bis 1,5 GW bedeuten.**



# Studienergebnisse

## Vorteile von APV-Anlagen für (Land-)Wirtschaft und Ökosystem



# Andere Vorteile

## Klimaschutz durch Elektrifizierung, Robotik, Digitalisierung

- Einsparung fossiler Energien durch Reduzierung des Befahrens der Fläche
- Elektrische Beikrautroboter und Traktoren nutzen **APV** Strom
- Gezielte Kulturmaßnahmen durch Sensorik (Bodenfeuchte, Klima, Wachstumsparameter...)



Foto: Tino Hutschenreuther, imms

Klimasensorik,  
Drohnenbefliegung und Bodenfeuchtesensorik

Agro-robotik

### Roboterschwärme entlasten den Feldarbeiter

17. Juni 2018



2014 startete Agco das MARS-Projekt (Mobile Agriculture Robot System) an der Hochschule Ulm, inzwischen wird unter der Marke angeführt.  
Bild: Agco





# Zukunft

## Neue Entwicklungen: Transparente PV Folien für Gewächshäuser, PV-aktive Netze

Polykristalline  
Siliziummodule



I21 Renewables 2018 Global Status Report

Organische PV:  
semitransparente,  
flexible Module



Peretz & Teitel, Israel, 2020

### Thin-film amorphous silicon greenhouses begin to sprout

- transparent zinc oxide back conductive layer and clear front glass coated with fluorine tin oxide
- PV area laminated in between two sheets of glass
- 8% conversion efficiency,  $66 \text{ W m}^{-2}$
- higher red spectrum (600-700nm) ideal for photosynthesis
- 35% increased profit with spinach&PV.



<https://www.pv-magazine.com/2020/08/07/thin-film-amorphous-silicon-greenhouses-begin-to-sprout/>



# Weitere Aspekte

## Fazit: APV für Kulturpflanzen, Boden und PV Module

### **Mögliche Auswirkungen auf Boden und Pflanzen**

- Sinkender Bewässerungsbedarf durch Beschattung
- Regenwasserauffang und -speicherung
- Steigerung der Widerstandsfähigkeit gegen Hitze und Trockenheit
- Wetterschutz: Stabilerer Ernteertrag durch geschützteren Anbau
- Positive Auswirkungen auf Pflanzenwachstum bei schattentoleranten Pflanzenarten
- Verlängerung der Anbauzeiten
- Erhöhte Bodenfeuchte und CO<sub>2</sub> Speicherung

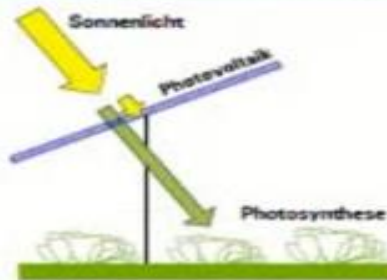
### **Mögliche Auswirkungen auf Energieproduktion:**

- kühlender Effekt auf PV-Module
- Steigerung der Effizienz (pro PV-Modul)



# Vorteile der APV

## Produktion von Nahrungsmitteln



„Schatten“-Pflanzen:  
Kartoffel, Salat, Zucchini, Spinat, ...

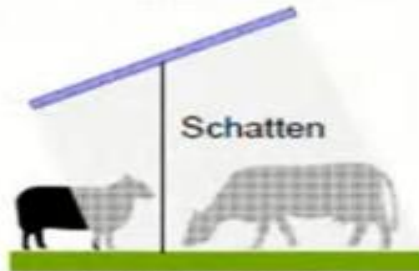


## Erzeugung von Energie



Erneuerbare Energien:  
Sonne → Photovoltaik → Strom

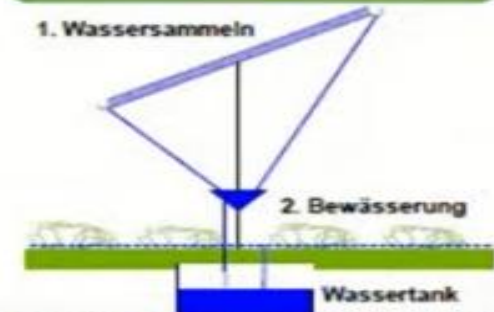
## Potential für Schatten



aride und semiaride Gebiete:  
Landwirtschaft unter Schatten und  
offener Stall für Vieh



## Möglichkeit für Bewässerung

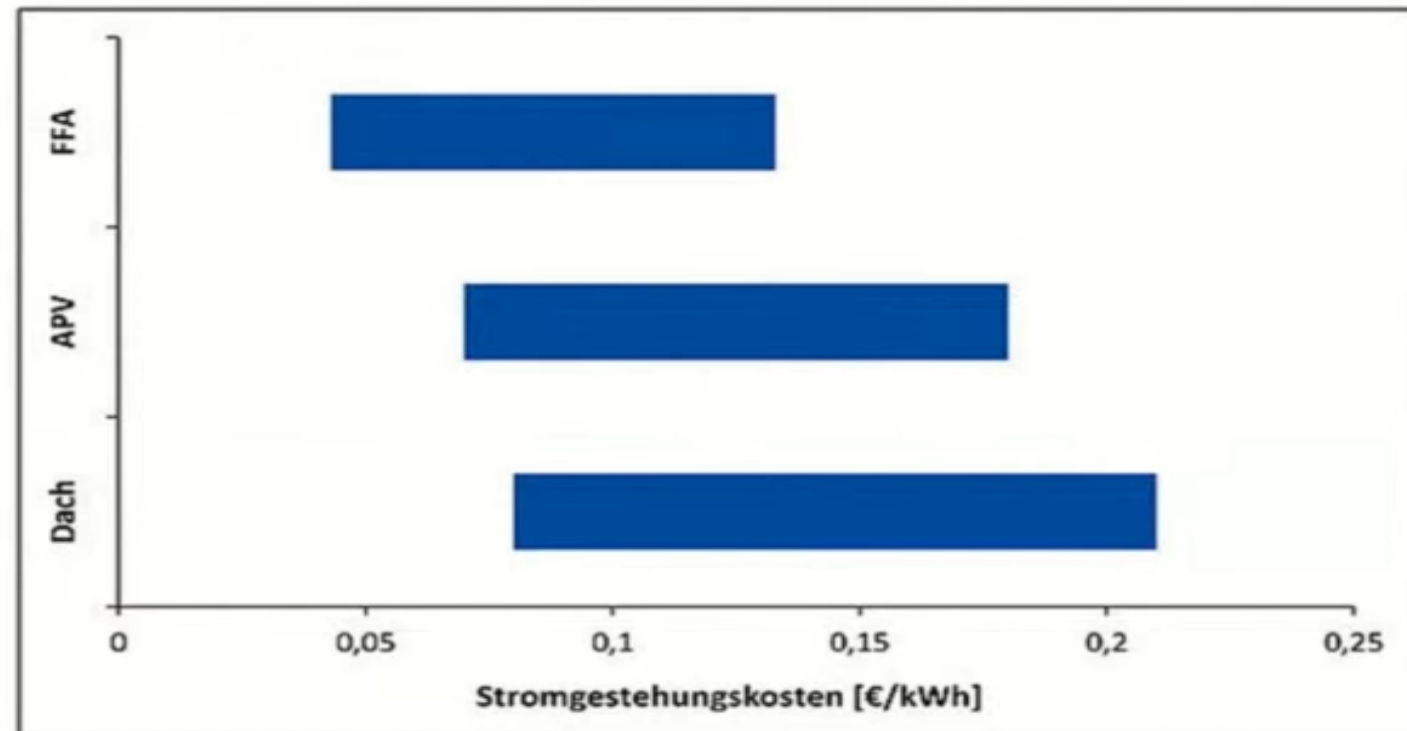


Nachhaltige Bewässerungswirtschaft:  
Überbrückung von Trockenzeiten



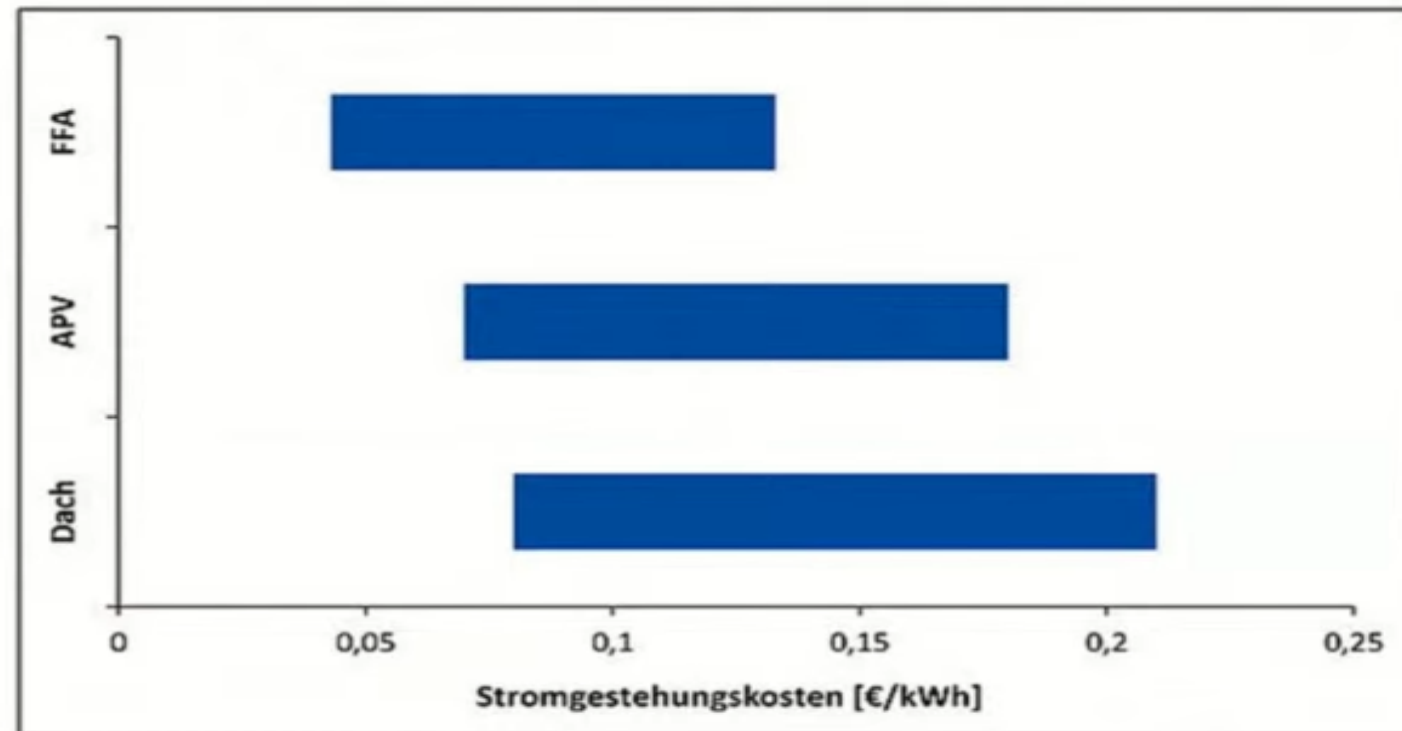
## Ökonomische Betrachtung

### Vergleich der Stromgestehungskosten von PV-FFA, APV und PV-Dachanlagen



## Ökonomische Betrachtung

### Vergleich der Stromgestehungskosten von PV-FFA, APV und PV-Dachanlagen



## Effizienz der Energieerzeugung pro Fläche

---

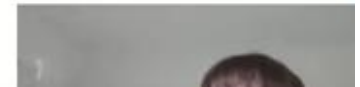
- Ein PKW mit einem Diesel-Verbrennungsmotor, der 5,5 l Biodiesel pro 100 km verbraucht, kommt mit dem Jahresertrag eines **1 Hektar** großen Rapsfeldes ca. **32.000 km** weit.
- Mit dem Jahresertrag einer **PV-Anlage** von **1 Hektar** fährt ein batterieelektrisches Fahrzeug (E-Auto, Verbrauch 16 kWh pro 100 km) ca. **4,3 Mio. km**, die Reichweite liegt um den **Faktor 133** höher



## Ökonomische Betrachtung

### FFPV:

- Investitionen ca. 700.000 €/MW für Anlagen mit 0,75 MW Leistung  
und 500.000 €/MW für Anlagen mit 200 MW Leistung (Altmann, S. 2020)
- Stromgestehungskosten von deutlich unter 50 €/MWh realistisch
- FFPV: erreichbar: ~54.000 € /ha·a für derzeitige Technik  
~72.000 € /ha·a für eine flächenertragsoptimierte Anlage
- Bundesnetzagentur: Anlagen ab ca. 1-2 ha Anlagengröße bei Ausschreibungen im EEG konkurrenzfähig



1700 GW APV – 3,8% APV Belegung bei vollständiger Deckung des PV Ausbaubedarfs

1400 GW Gebäude

134 GW Siedlungsfläche

55 GW Geflutete Tagebaue

58 GW Verkehrsfläche Straße

9 GW Verkehrsfläche Schiene

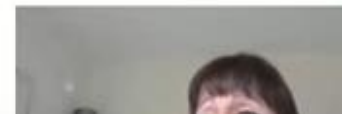
5 GW Lärmschutz

33 GW PKW

8 GW LKW

Weltweit derzeit min. 2,5 GWp installierte Leistung

1% der landwirtschaftlichen Nutzfläche mit APV  
= Deckung des globalen Energiebedarfs



# Ökonomische Betrachtung

## Vergütungsmöglichkeiten

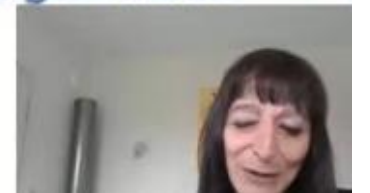
- Förderung momentan noch unklar;
- Hürde: PV-FFA in Gesetzgebung als „hauptsächlich nicht landwirtschaftlich genutzte Fläche“ definiert und fällt damit aus der landwirtschaftlichen Förderung (Eisel & Heintze 2019)

## Energetische Förderung

- Beispiel: Pilotprojekt APV-Resola keine EEG Förderung  
(Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie 2019 b)
- Beispiel: **EEG Förderung für APV Projekt in Dirmingen**  
(Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie 2019 a)

## Landwirtschaftliche Förderung

- Derzeit keine allgemeine Regelung zur Förderung nach § 12 Abs. 3 Nr. 6 Direktzahlungen-Durchführungsverordnung; keine Beihilfen möglich
- Urteil des VG Regensburg (RO 5 K 17.1331), dass **Förderung nicht ausgeschlossen, sondern erst wenn landwirtschaftliche Nutzung stark eingeschränkt oder ausgeschlossen ist**  
(Eisel & Heintze 2019)





# Ökonomische Betrachtung

---

## **Vergütungsmöglichkeiten**

### **EEG Novelle 2021:**

- Innovationsausschreibungen im Jahr 2022 (einmalig)
- Max 50 MW: APV, FPV (schwimmend), Parkplatzüberdachungen
- Anlagen 100kW-2MW

## Mit klaren bzw. verbesserten Regelungen: Implementierungsanreize für Landwirte

- Zusätzliche Einkommensquelle für Landwirte (Pachtvergütung, Stromverkauf)
- Stromkosteneinsparpotential durch Eigenstromerzeugung

(Diermann 2018)

### Zu klären

- Eigentumsverhältnisse – Pächter / Eigentümer involvieren

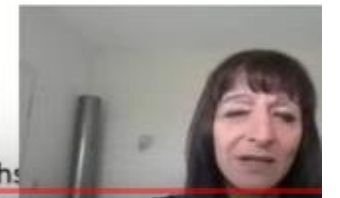


# Empfehlungen an kommunale Stakeholder (PV-FFA)

Empfehlung 1: Ausweisung geeigneter Flächen für PV-FFA unter Beteiligung der Öffentlichkeit und der Anwohnenden

Empfehlung 2: Entwicklung eines ökologischen Gesamtkonzepts für die geplante PV-FFA inklusive ökologischer Baubegleitung

Empfehlung 3: Ermöglichung von Bürgerbeteiligung an der Solaranlage





# Empfehlungen für APV....

- Flächen in Landes- und Regionalplanung, auf denen EEG Förderung realisierbar ist aber in Zukunft auch ohne EEG Förderung nutzbar
- Für Interessensausgleich mit Landw. ....vorrangig ertragsschwache Flächen  
....Kategorie ‚benachteiligte Gebiete‘ nach EU Recht
- Eine Ausweisung als Vorranggebiet oder Vorbehaltsgebiet für Solar bedeutet lediglich, dass auf diesen Flächen leichter ein Bebauungsplan beschlossen werden kann weil keine Abweichung vom Regionalplan erforderlich und Gemeinde Flächennutzungsplan leicht ändern kann. Vorranggebiet schließt landw. Nutzung aus (!!!!)

Badelt et al. 2020 Integration von Solarenergie in die niedersächsische Energielandschaft

- **Explizite Ermöglichung von simultaner landwirtschaftlicher und PV Nutzung**
  - **Regionalplanung und Gemeinden**



## Regelungen

- Solarfreiflächenanlagen (FFPV) nach EEG 2017 nur gefördert, wenn in Kategorie:  
„Fläche mit Bebauungsplan“, „Fläche ohne Bebauungsplan“  
bis 750 kWp; >750 kWp – 10MWp mit Ausschreibung
- Ausschreibung immer:  
Fläche ohne Bebauungsplan im Eigentum des Bundes  
Bebauungsplan in benachteiligten Gebieten im Acker und Grünland
- Kategorien: - mit beschlossenem Bebauungsplan B-Pläne - mit beschl. Bebauungsplan zur Solarnutzung Solar B-Pläne
- Zuständig: Bauaufsichtsbehörde
  
- **Bei Direktvermarktung 100% EEG Umlage zahlen – entsprechen 20% des Strompreises**
- **bei Eigenversorgung nur 40% EEG Umlage**
- Vermarktung mit Vertrag (PPA= power purchase agreement) ohne EEG Förderung, mit 100% EEG Umlage
- Durch weitere Kostenreduzierung der PV Komponenten wird PPA in nächsten Jahren lukrativ
- **Landes- und Regionalplanung sollte Flächen ausweisen, die mit und ohne EEG Förderung funktionieren:**
  - EEG gefördert und Eigenversorgung, mit und ohne B Plan
  - eingeschränkte Vermarktung, mit B Plan (benacht. Acker/Grünl.), ohne B Plan (Bund)
  - „ertragreiche Flächenkategorie, die sich für Direktvermarktung eignet (PPA) für APV, mit Freiflächenverordnung für FFPV für EEG Förderung öffnen“, benachteiligte Gebiete in Acker und Grünland
- Raumordnungsrechtliche Randbedingungen für FFPV (je nach Bundesland; Niedersachsen....)
  - Landw. genutzte, nicht bebaute Flächen mit raumordn. Vorbehalt Landw. dürfen nicht in Anspruch genom. werden.
  - ....aber eigentlich offen nach §7, Abs. 3 Nr. 2 ROG für weitere Nutzungen.....