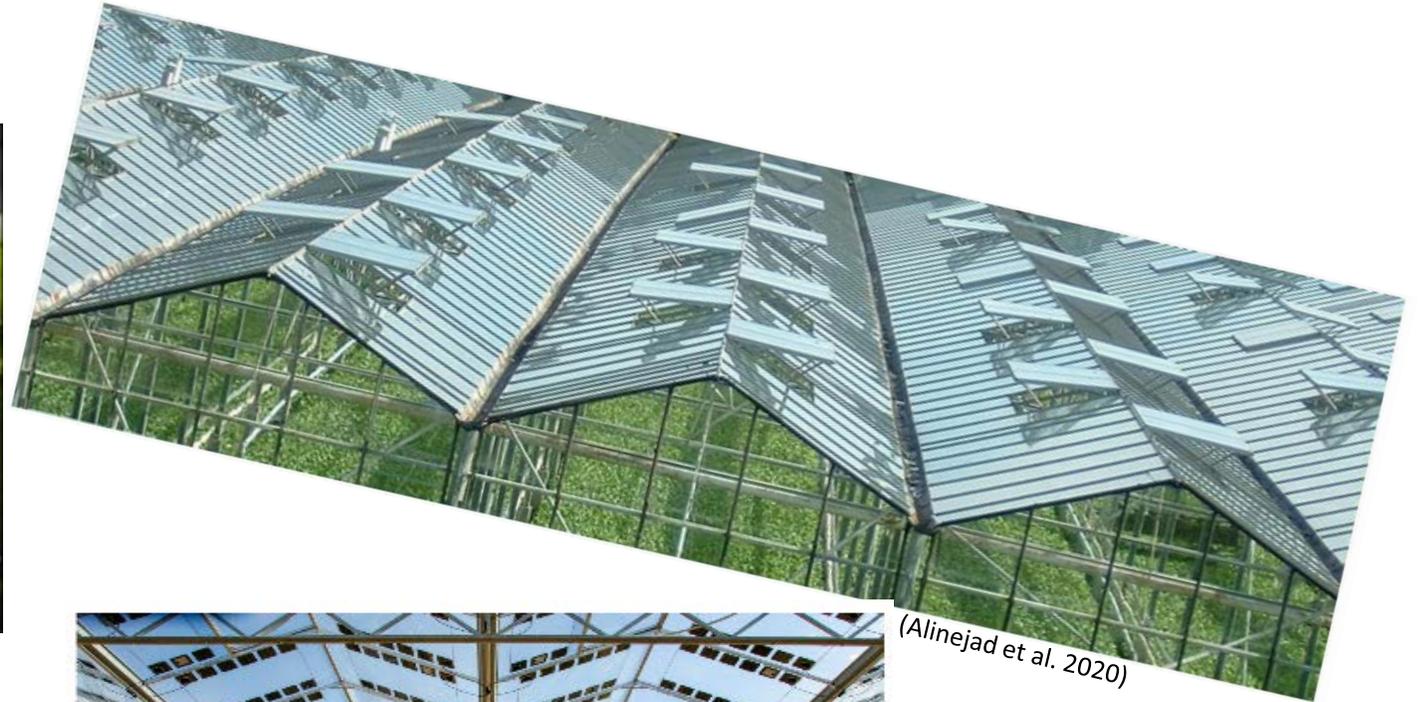


"Agriphotovoltaik - doppelte Landnutzung, dreifacher Effekt"



Prof. Dr. sc. agr. habil. Kerstin Wydra
Pflanzenproduktion im Klimawandel
Fachhochschule Erfurt

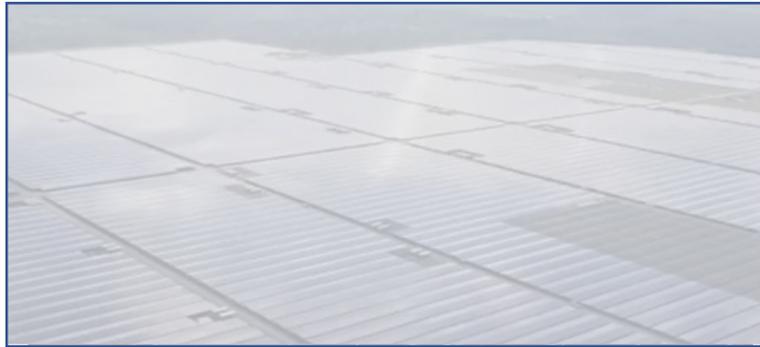
Innovationsregion Mittelthüringen – Klimaschutzregion Ilmtal - Innovation, Partizipation, Zukunftsfähiges Wirtschaften



Fachhochschule Erfurt
SolarInput e.V.
Prof. Dr. sc. agr. habil. Kerstin Wydra

& Team

Solar is now 'cheapest electricity in history', confirms IEA



Neuer Rekordpreis für Photovoltaikstrom: Portugal sagt 1,114 Cent pro kWh an

1,1 Cent/kWh

PV & Energiespeicher,
15-Jahresvertrag für Land und Netzanbindung



bbc.com/future/story/20180822-why-china-is-transforming-the-world-solar-energy

Vergleich Deutschland
Aufdachanlagen 1000 € /kWp
ca 4-10 ct/kWh Gestehungskosten,
nur PV
(BSW Solar 2019)

*....muss die **Photovoltaik die Lücke zur notwendigen Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien schließen**. Das bedeutet im Ergebnis einen enormen Ausbau dieser Art von Energieerzeugung“ (TMUEN, 2019: 16)*

D: bis 2050: 500 – 700 GW PV Zubau notwendig

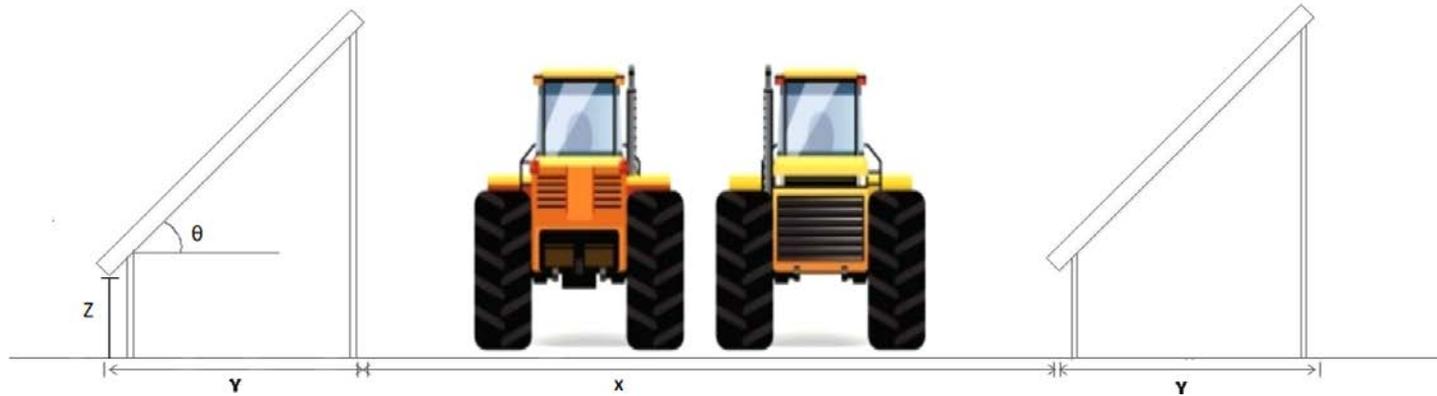
(Studie: CO2-neutral bis 2035. Wuppertal Institut, Okt. 2020)

Thüringen: bis 2030 16-18 GW Zubau PV (...?)



- **Fläche simultan** landwirtschaftlich und energetisch **genutzt**
- unterschiedliche **PV-Technologien, auf die ,darunter (daneben-)liegende' landwirtschaftliche Nutzung abgestimmt**
- ...(semi-)transparente PV-Module, nachgeführte PV-Freiflächenanlagen, etc.
- kombiniert mit Ackerbau, Viehzucht bis hin zur Lebensmittelverarbeitung
- auch: PV auf **Gewächshäusern**

(Technische) Anforderungen an die APV Anlage



Variante 1



Variante 2

- Anpassung Reihenabstand (auch senkrechte Aufständerung möglich) bzw. Höhe für
 - Passieren mit landwirtschaftlichen Maschinen
 - Gewährleistung konstanten Lichteinfalls
- Verwendung von Modulen mit möglichst hohem Wirkungsgrad
- Überwachung der Anlage zur Reduktion von Störfällen (Verschmutzung durch Staub, Beschädigung, etc.)

Agri-Photovoltaik - Anbau unter PV Modulen



■ Vorteile:

- doppelte Flächennutzung
- Schutz der Anbauprodukte vor Witterungsschäden
- Höhere Erträge - besonders in Trockenjahren
- Stromerträge
- Steigerung der Moduleffizienz



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**
- Ertrag 40% unter Ref.-Anlage
- 37,5% weniger photosynthetisch aktive Strahlung

Untersuchte Nutzpflanzen:

- Winterweizen
- Sellerie
- Kartoffeln
- Klee gras



Pilotanlagen Obstanbau

August 2020



Quelle: BayWa r.e.

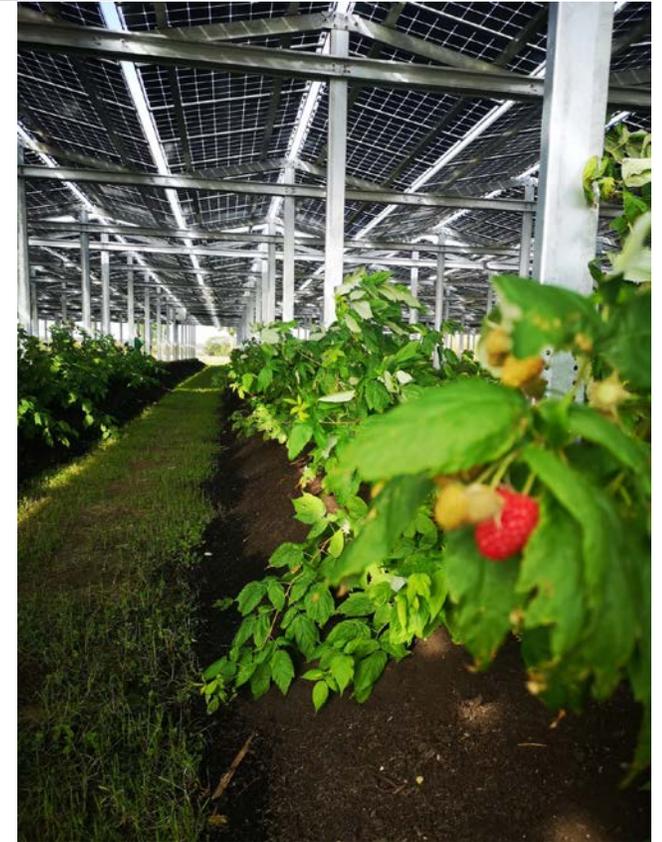


Beeren,
Niederlande



Birnen

Pilotanlagen Obstanbau



Heidelbeeren
Himbeeren

Fabian Karthaus, Nordrhein-Westfalen



<https://www.next2sun.de>

Solarpark Donaueschingen-Aasen, Baden-Württemberg

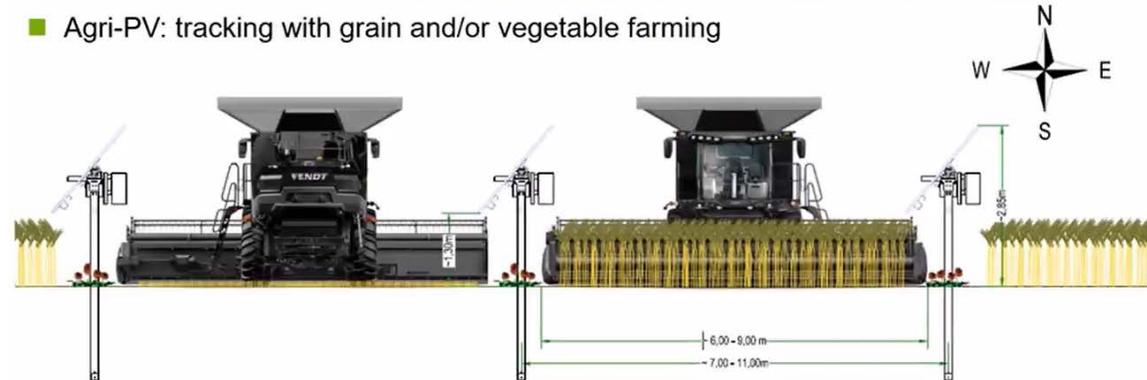
Inbetriebnahme 2020

- 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

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



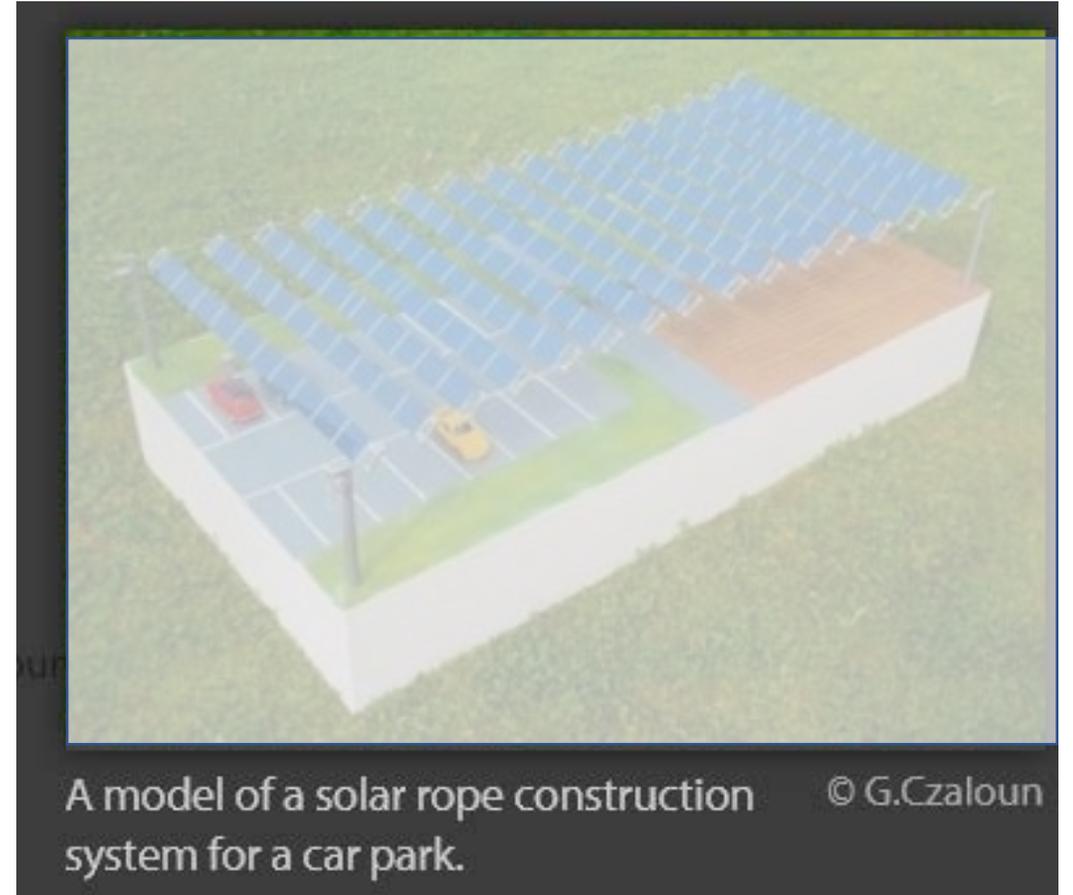
Quelle: BayWa r.e.

Drahtseilaufhängung



© G. Czaloun

Pilot agrophotovoltaic installation in South Tyrol with a rope system.



A model of a solar rope construction system for a car park.

© G.Czaloun

Abstand zwischen Pfeilern: 40m

Drahtseilaufhängung



© G. Czaloun

Pilot agrophotovoltaic installation in South Tyrol with a rope system.



e construction © G.Czaloun

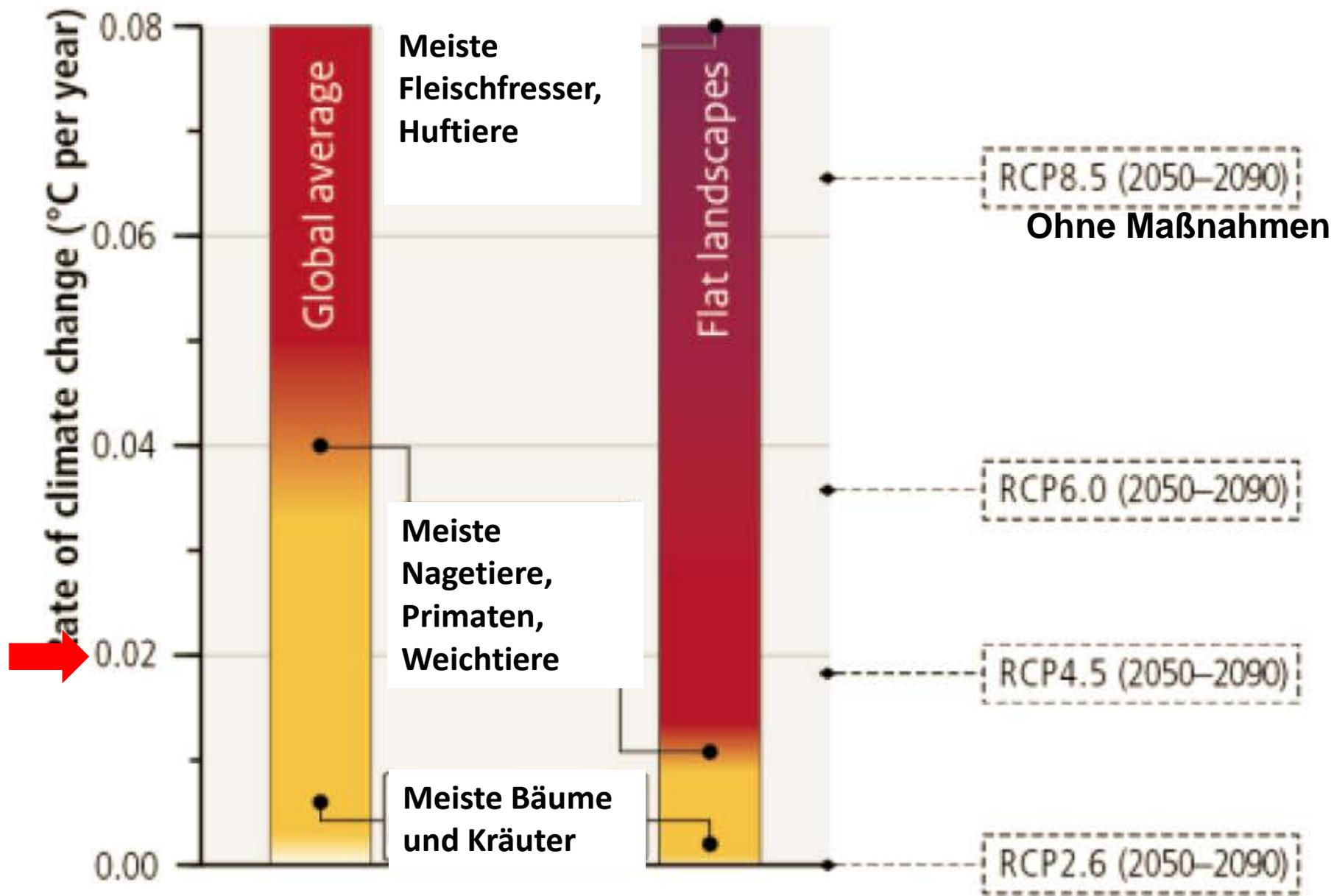
Abstand zwischen Pfeilern: 40m

Technologie

Faltmechanismus: Das Solarfaltdach wird vor Sturm, Hagel und Schnee geschützt und vermeidet damit statische Kräfte. Dies erlaubt sehr weite Stützenabstände und grosse Höhe über Boden.



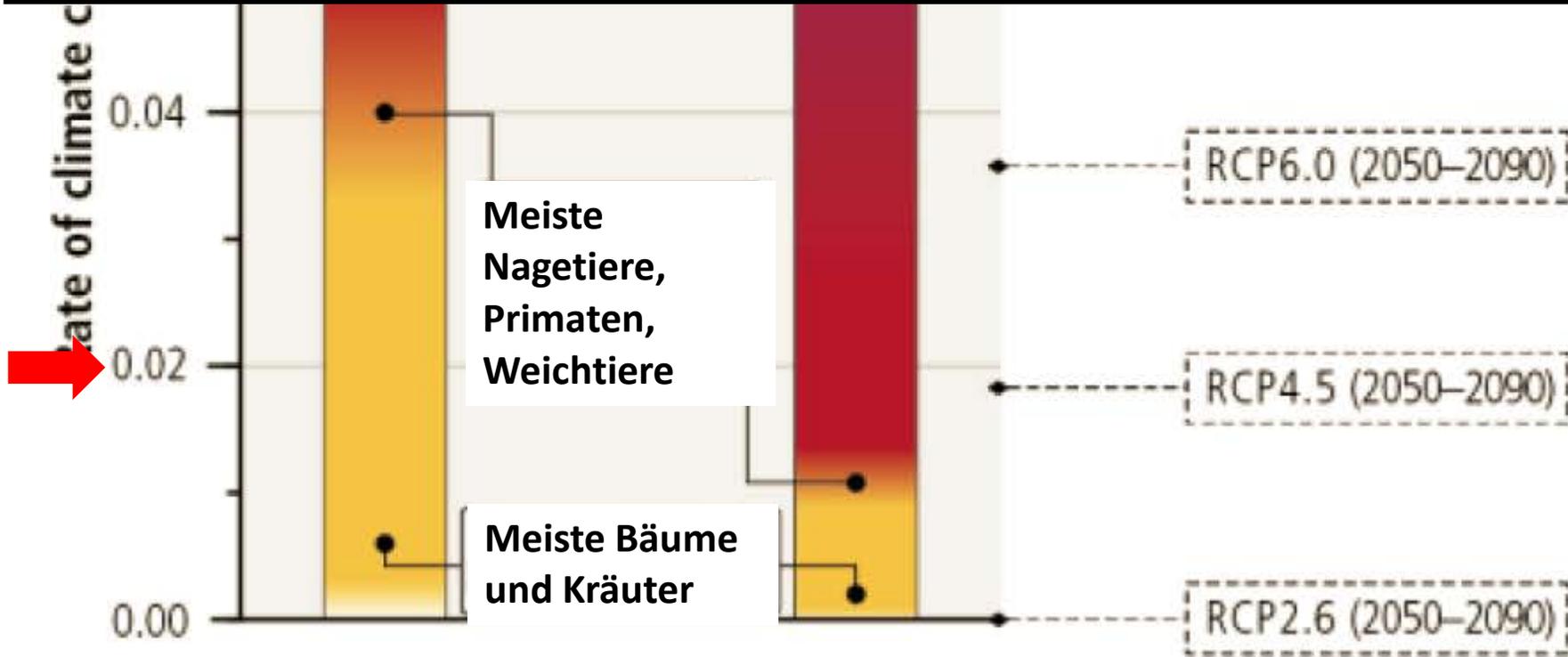
Exkurs: Auswirkungen Klimawandel auf Artenverlust



Artensterben durch Klimawandel



Seit 1970 stieg die globale Oberflächentemperatur um 0.17°C per Dekade, jetzt 0.2°C



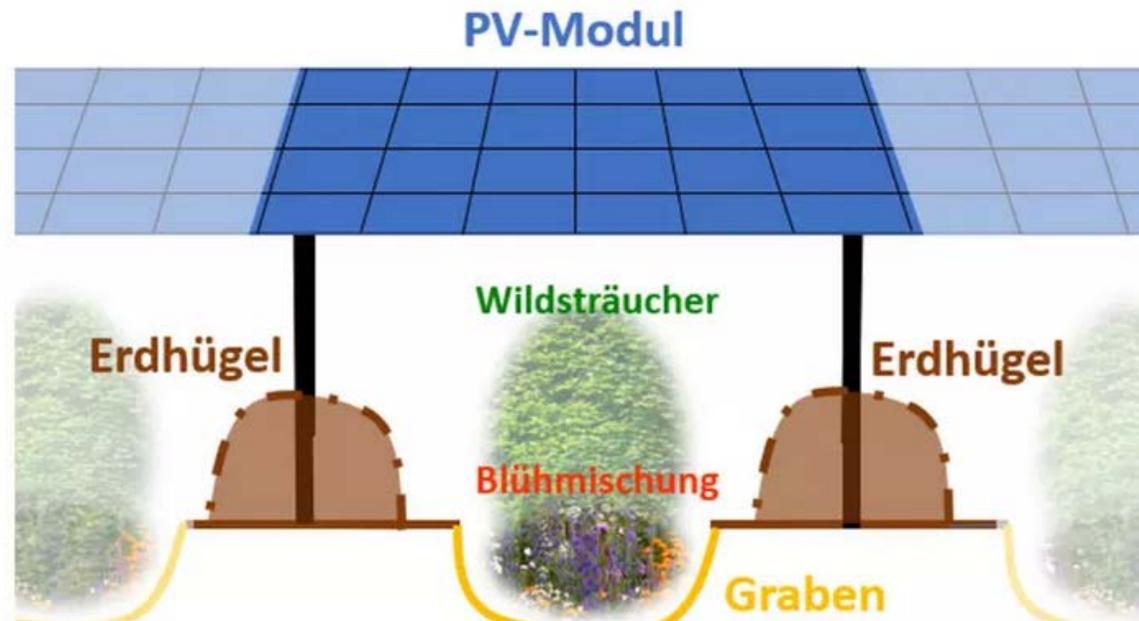
Artensterben durch Klimawandel

Module auf Blühstreifen

Photovoltaik, Artenschutz und Landwirtschaft auf einer Fläche

Bei dem System „Flower Power“ sollen streifenförmig angelegte Solaranlagen Erosionsschutz bieten, die Artenvielfalt erhöhen und gleichzeitig Strom liefern.

09.09.2020 von  [Hinrich Neumann](#) 



So ist der Solarblühstreifen aufgebaut. (Bildquelle: Kormann/Goldbeck Solar)

APV in anderen Ländern

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**

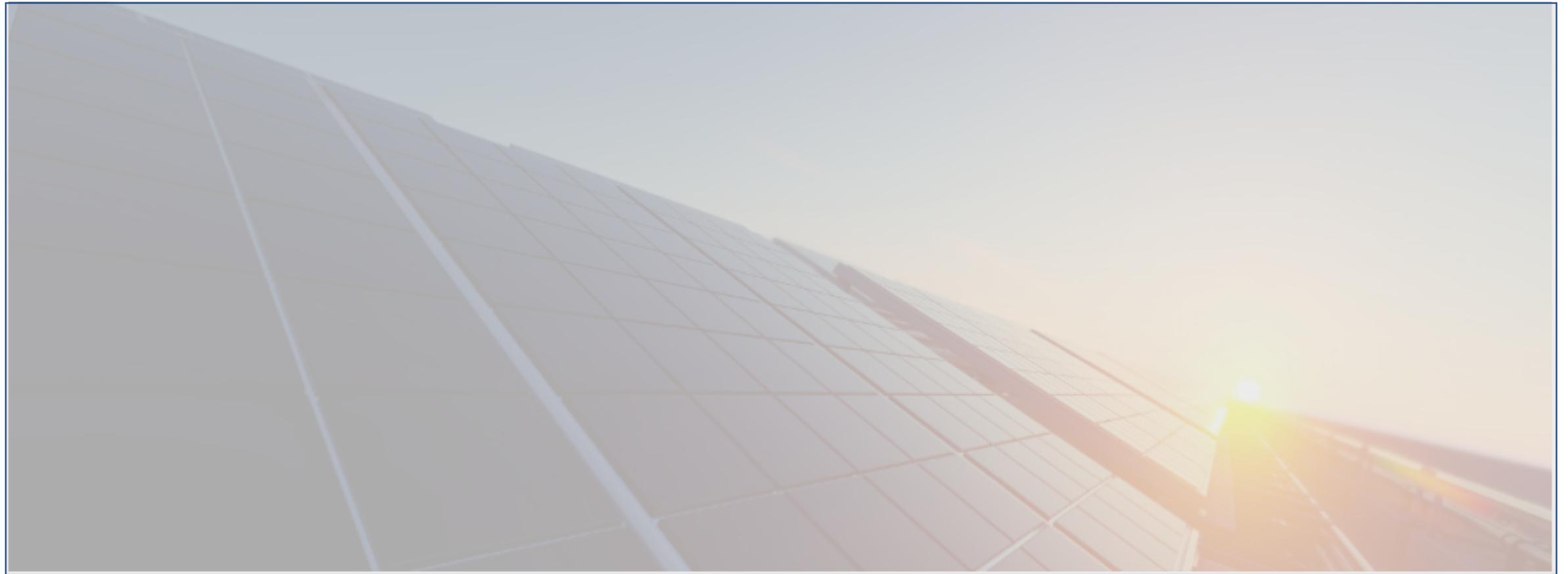


- Ziel: 300 agrivoltaic Farmen in Frankreich 2025
- Erhöhung des Ernteertrages auf 1.500-2.000 ha
- 20% Wassereinsparung
- Schutz der Pflanzen vor Wetterschäden
-**China**: APV-Anlage von 700 MWp

Partnership For 2.4 GW Agrivoltaics Projects In France

EDF Renewables & Cero Generation To Acquire 45% Stake Each In GLHD To Implement 2.4 GW Agrivoltaics Project Portfolio In France

11:12 PM (Beijing Time) - 21. May 2021



Launched in early 2021 with an 8 GW solar project pipeline, Cero Generation is to acquire 45% stake along side equal investment by EDF Renewables to implement 2.4 GW agrivoltaics capacity. (Photo Credit: Cero Generation Limited)

Serbia's Ministry Of Agriculture Inviting Applications For Competitive Agricultural Projects, Including Those Comprising Solar PV Technology, To Benefit From State Subsidies

01:28 PM (Beijing Time) - 25. May 2021

38 Mio Euro



The 1st call for competitive agricultural projects in Serbia will support projects producing fruits, vegetables, grapes and flowers. Solar PV to improve competitiveness of said projects will also be eligible for grants. (Photo Credit: Ministry of Agriculture, Forestry and Water Mangement, Serbia)

Portugal kicks off €10 million call for agrivoltaics

The funds will be used to support innovative agrivoltaic projects and may cover up to 70% of a project's upfront costs.

MAY 21, 2021 **PILAR SÁNCHEZ MOLINA**



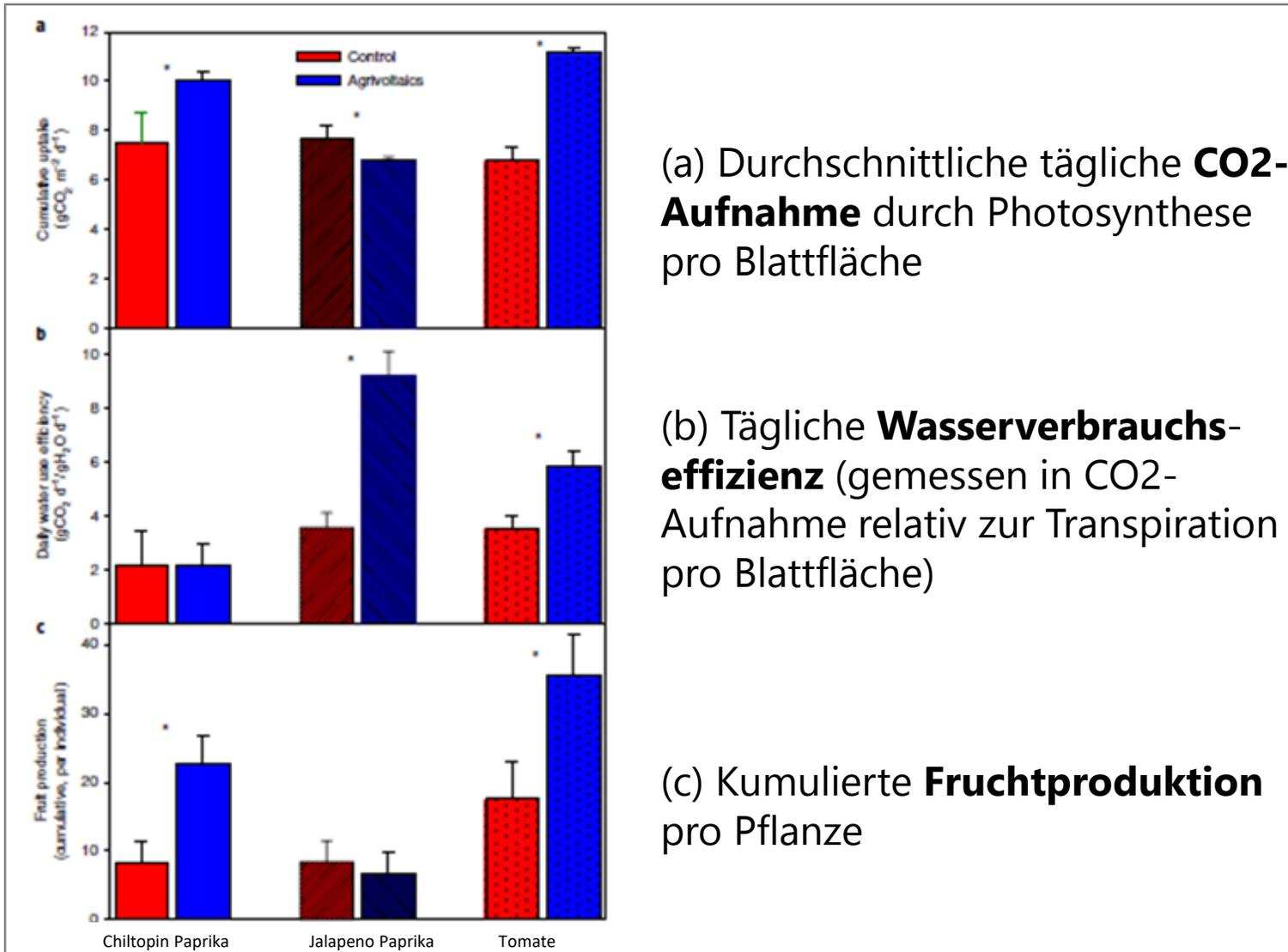
Crops grown in agrivoltaic farms in Japan

> 120 crops

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

Auswirkungen auf Pflanze und Boden

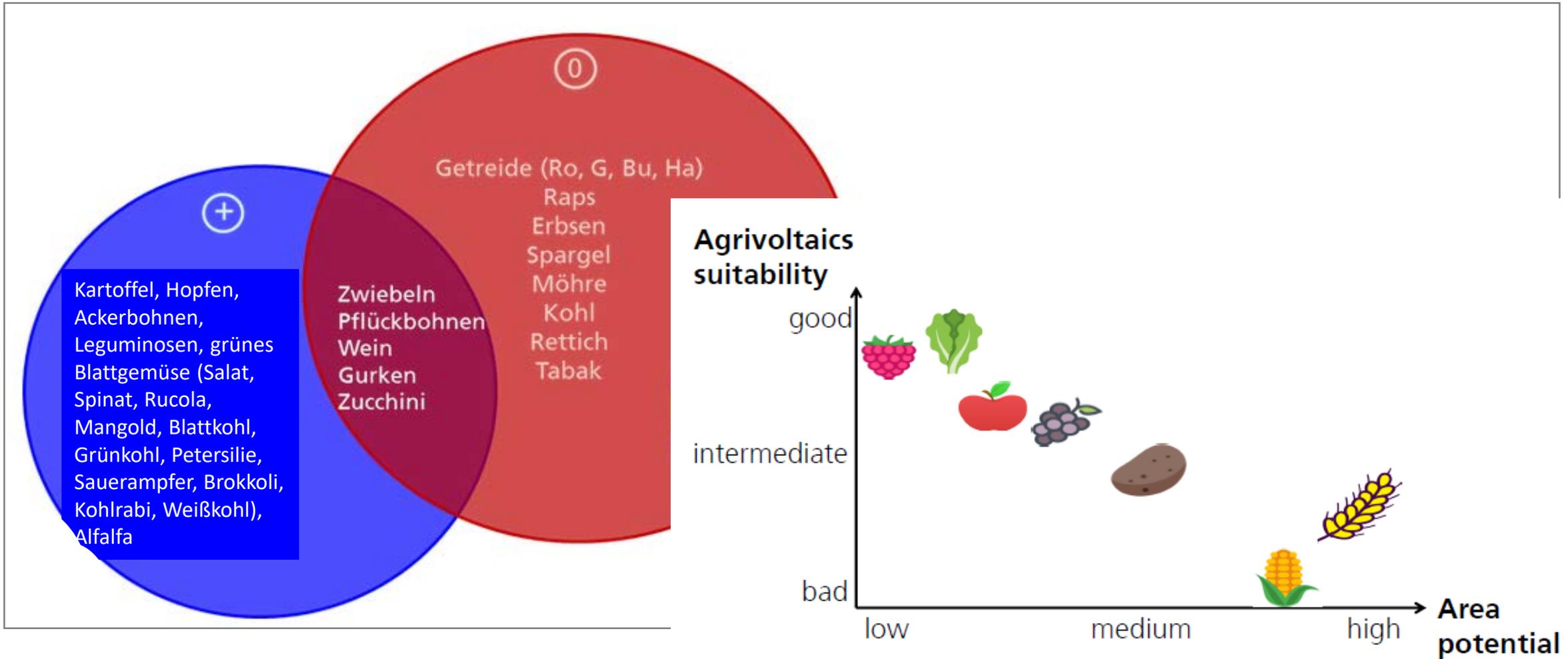
Pflanzenwachstum unter APV



- Positiver Einfluss auf Wasserverbrauch, CO₂ Aufnahme und Ernteertrag möglich, besonders bei
 - hohen Temperaturen
 - Trockenheit

abhängig von Kulturpflanze

Einordnung der Schattentoleranz von in Deutschland relevanten Nutzpflanzen



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....

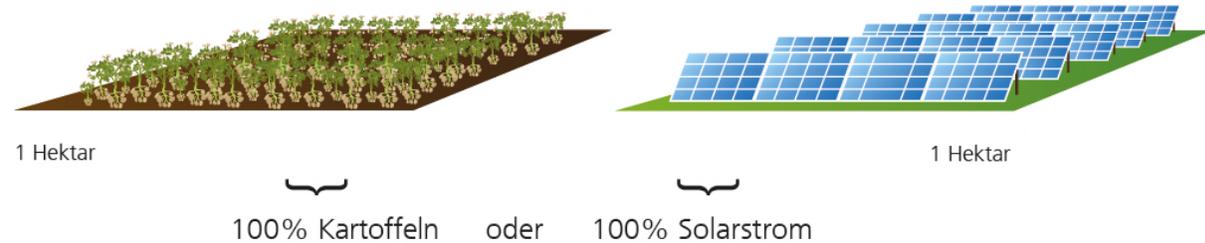
Flächenprimärnutzung: Kulturpflanze

- **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....

Offene Fragen: optimale Kombination von PV Technik und Anbaukultur, Kommerzialisierung der Stromerzeugung: Eigennutzung & Netzeinspeisung, Investoren/Genossenschaften

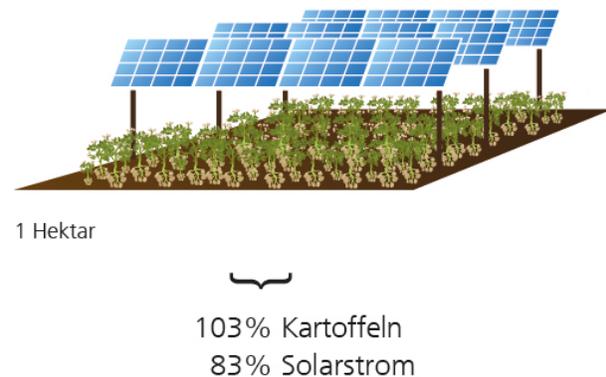
Getrennte Flächennutzung auf 1 Hektar Ackerland: 100% Kartoffeln oder 100% Solarstrom



APV kann LER einer Fläche steigern

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

Gemischte Flächennutzung auf 1 Hektar Ackerland: 186% Landnutzungseffizienz



Fallstudie APV-RESOLA:

- LER/ha Kartoffeln 2018 = 186 %
- 103 %* Kartoffelertrag = 100 % Kartoffelertrag + 11 % Ertragsteigerung – 8 % Flächenverlust
- 83 % Stromertrag

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

Illustration Kartoffeln © HappyPictures / shutterstock.com

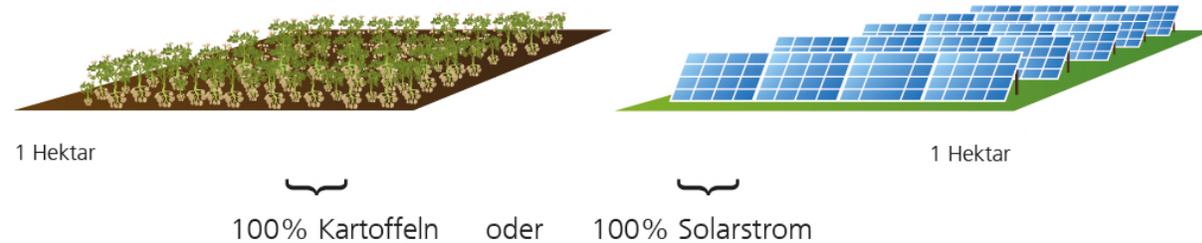
Kartoffeln

2017: Ertrag 18% reduziert

2018: Ertrag 11% gesteigert

*Landäquivalentverhältnis

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



Gemischte Flächennutzung auf 1 Hektar Ackerland: 186% Landnutzungseffizienz

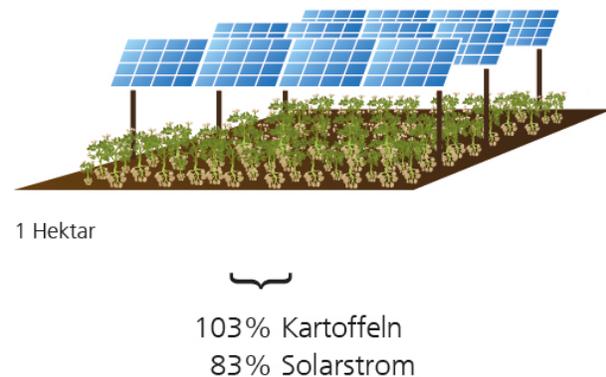


Illustration Kartoffeln © HappyPictures / shutterstock.com

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
- 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
- Niedersachsen: **Anbaufläche von etwa 17500 ha;**
wenn auf **10% dieser Fläche APV = installierte Leistung von 0,7 GW bis 1,5 GW**

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

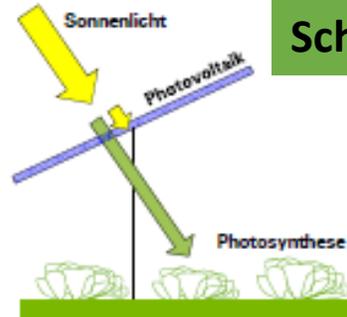
Thüringen

- Heilkräuter, Gewürzpflanzen, Beerenobst, Äpfel, Wein, Spargel, Salate..
- ...Tomaten, Kartoffeln...

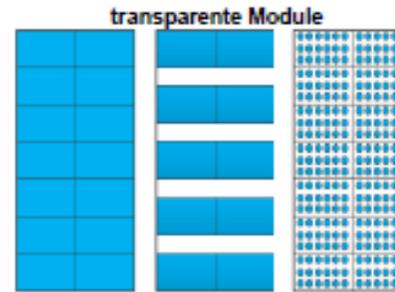
Produktion von
Nahrungsmitteln



Erzeugung von
Energie



Schutz der Kulturen



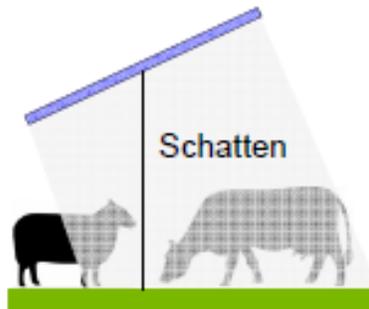
„Schatten“-Pflanzen:
Kartoffel, Salat, Zucchini, Spinat, ...

Erneuerbare Energien:
Sonne → Photovoltaik → Strom

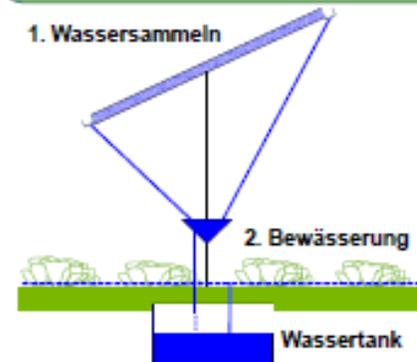
Potential für
Schatten



Möglichkeit für
Bewässerung



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



Nachhaltige Bewässerungswirtschaft:
Überbrückung von Trockenzeiten

Ökonomische Betrachtung

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

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

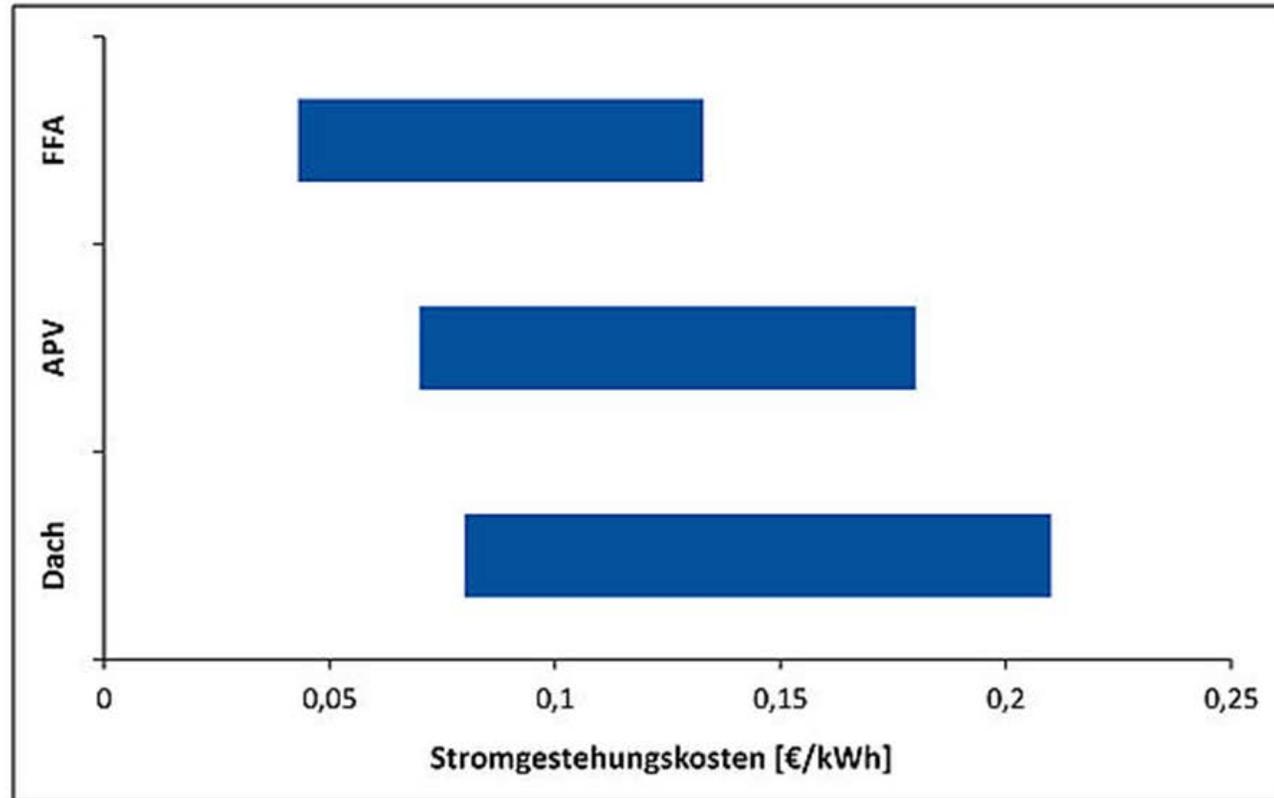
33 GW PKW

8 GW LKW

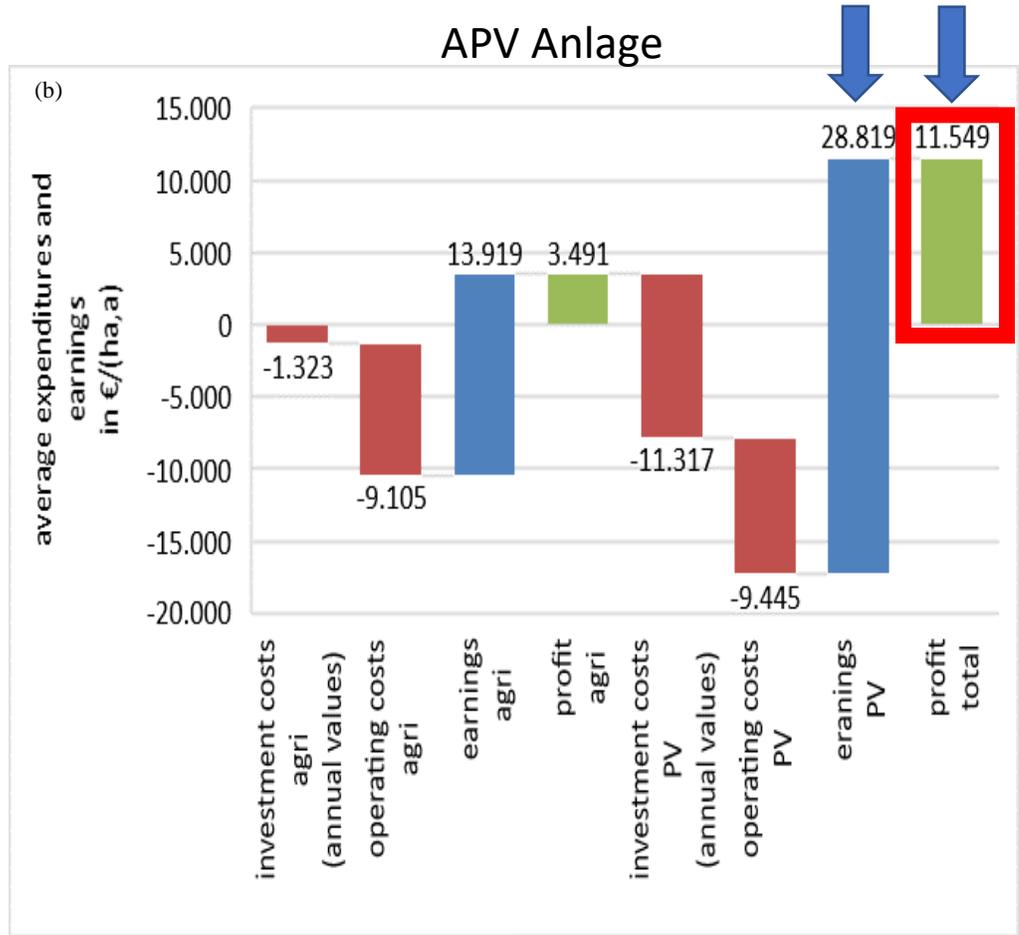
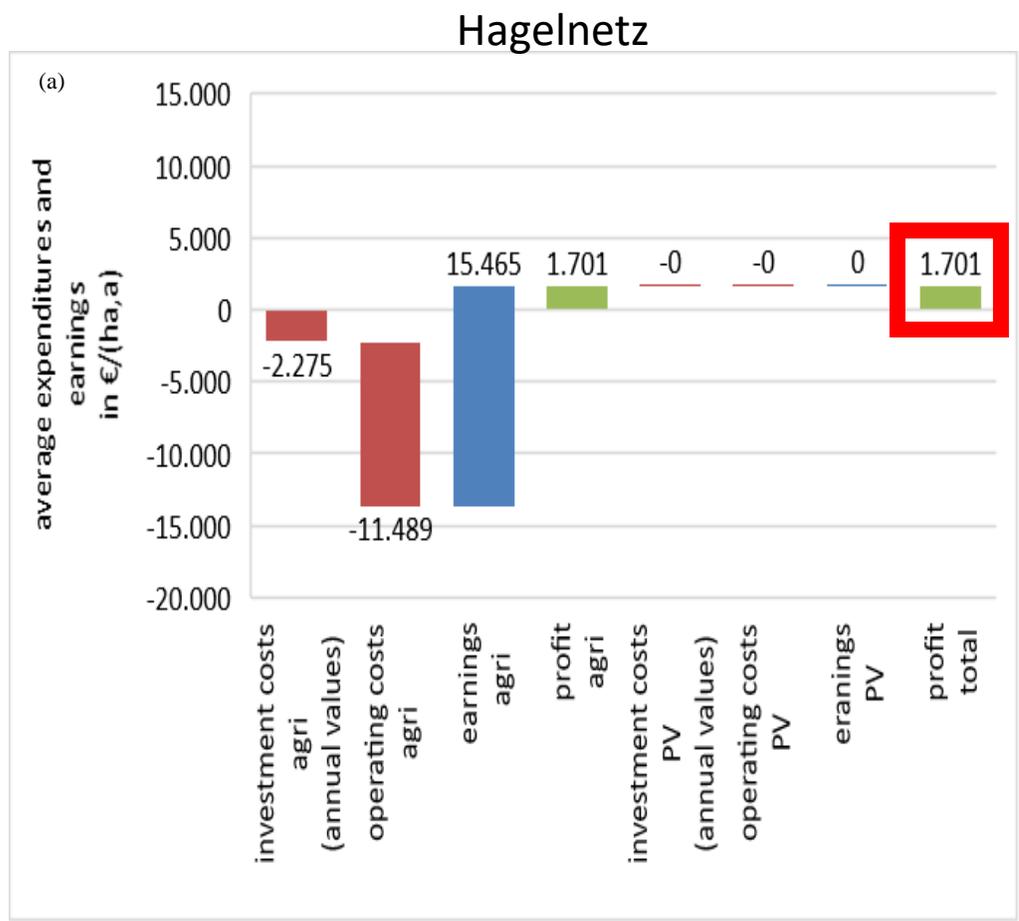
Weltweit derzeit min. 2,5 GWp installierte Leistung

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

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



Apfelanbau: ökonomischer Vergleich Hagelnetz und APV Anlage



Cashflow jährliche Kosten (rot), Ertrag (blau), Gewinn (grün) über 30 Jahre

FFPV (Freiflächenanlage):

- 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

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)

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

Vergütungsmöglichkeiten

EEG Novelle 2021:

- Innovationsausschreibungen im Jahr 2022 (einmalig....)
- Max 150 MW: APV, FPV (schwimmend), Parkplatzüberdachungen
- Anlagen 100kW-2MW

<https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Positionspapier-Agri-PV-ISE-DBV.pdf>

Agri-Photovoltaik: Fraunhofer ISE und Deutscher Bauernverband sehen Korrekturbedarf im EEG

Positionspapier, April 2021

1. Agri-PV benötigt stärkere Anstrengungen, um Potenzial zu entfalten

Die Agri-Photovoltaik, kurz Agri-PV, verknüpft die Erzeugung landwirtschaftlicher Produkte mit der Solarstromproduktion auf ein und derselben Fläche und ermöglicht eine Doppelernte. Das trägt zu einer effizienteren Landnutzung bei, verringert die Flächenkonkurrenz und treibt die Energiewende voran. Das Problemlösungspotenzial der Technologie ist groß: Die Inanspruchnahme von landwirtschaftlichen Äckern und Wiesen durch Bau- und Infrastrukturmaßnahmen ist ungebrochen hoch. Gleichzeitig werden immer mehr Flächen für Naturschutz- und Biodiversitätsmaßnahmen beansprucht. Agri-Photovoltaik kann diese Nutzungskonflikte lösen, ohne dass die bisherige Nutzung von Feldern, Äckern und Wiesen verloren geht, und sie hat das technische Po-

- Der Stellvertretende Generalsekretär **des DBV, Udo Hemmerling**:
»Da herkömmliche Freiflächenanlagen mit erheblichen Eingriffen in Agrarstruktur und Umwelt verbunden sind, **brauchen wir Lösungen wie die Agri-PV**, die in bestehende Strukturen integriert werden kann und keine zusätzlichen Flächen verbraucht.
- Denn insbesondere für Anwendung im Obstbau und bei Sonder- und Dauerkulturen sind durch Agri-PV Synergien zu erwarten, beispielsweise um Obst, Beeren und Wein vor Hagel, Starkregen, Frost und Sonnenbrand zu schützen
- Udo Hemmerling: »Nur wenn die landwirtschaftliche Bewirtschaftung ohne nennenswerte Einschränkungen möglich bleibt, kommen die Vorteile der Agri-Photovoltaik wirklich zum Tragen.«

Neuer Hybrid-Standard für Land- und Solarwirtschaft

Die wichtigsten Treiber der Kombination von Agrar- und Solarstromproduktion (Agri-PV) haben sich auf eine DIN SPEC geeinigt. Vorstufe zur DIN-Norm ebnet den Weg für besonders effiziente Hybridnutzung landwirtschaftlicher Flächen und erleichtert Konkretisierung geplanter Förderprogramme



<https://www.din.de/de/din-und-seine-partner/presse/mitteilungen/oben-strom-unten-gemuese-797786>

2021-04-16

Oben Strom, unten Gemüse



- Anwendungsbereich
- Normative Verweisungen
- Begriffe
- Kategorisierung von Agri-PV-Systemen
- Kriterien und Anforderungen an die landwirtschaftliche Hauptnutzung
- Planerische und technische Anforderungen an Agri-PV-Anlagen
- Anforderungen an die Installation, den Betrieb und die Instandhaltung

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

- 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.....APV wäre Ausgleichsfläche (!)
- 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**

APV als innovativer Ansatz um

- Energie- und Lebensmittelproduktion zu vereinen
- Synergieeffekte aus der Doppelnutzung zu kreieren
 - Wassereinsparungen
 - Ernteertragssteigerungen
 - Energieertragssteigerung
 - Diversifizierung des Einkommens von Landwirten
- Neue Adaptions- und Mitigationsmaßnahmen umzusetzen

Technisch hohes Potential verfügbar, Gelingen ist abhängig von

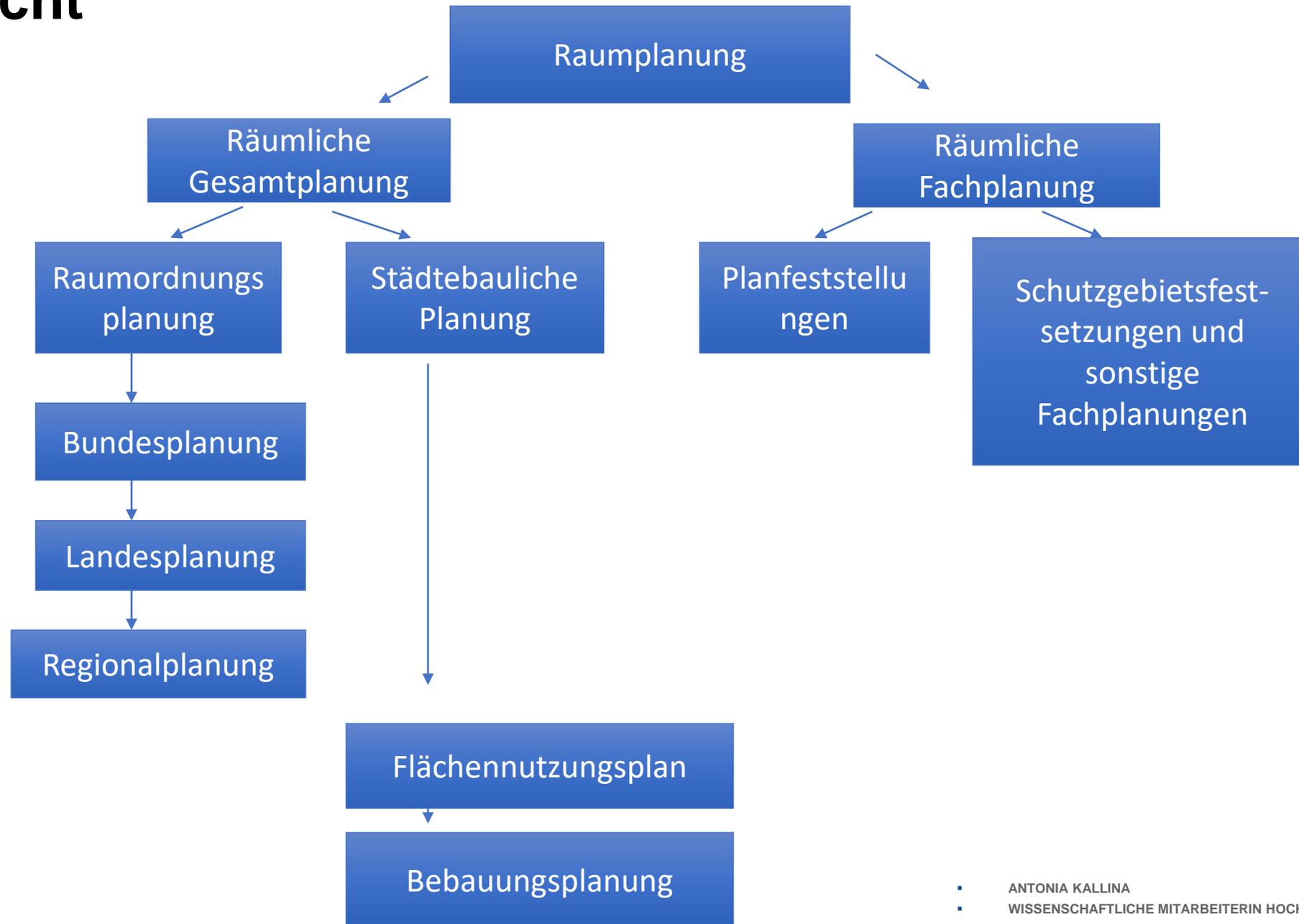
- Reaktion Nutzpflanzen
- Politischen Regulationen (Fördertatbestand EEG & Änderung Gebietsdefinition)



Vielen Dank!

Quelle: BayWa r.e

Baurecht



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.....

Danach lautet der konsolidierte Formulierungsvorschlag für Abschnitt 4.2 Ziffer 13 LROP; das Ziel in Satz 2 kann auch entfallen und steht deshalb in Klammern:

„Für die Nutzung durch Anlagen zur Erzeugung von Strom aus solarer Strahlungsenergie sollen vorrangig Flächen in Anspruch genommen werden, die einer wirtschaftlichen, infrastrukturellen oder militärischen Vornutzung unterliegen, in unmittelbarer Umgebung von Verkehrsinfrastruktur, Industrie und Gewerbe liegen oder sich in einem benachteiligten Gebiet nach EU-Recht befinden, das als Acker- oder Grünland genutzt wird. **(Landwirtschaftlich genutzte und nicht bebaute Flächen, für die der raumordnerische Vorbehalt für die Landwirtschaft gilt, dürfen für die Erzeugung von Strom aus Solarenergie in Anspruch genommen werden, wenn eine landwirtschaftliche Flächennutzung parallel zur oder im Anschluss an die Solarstromgewinnung weiterhin möglich bleibt.)** Zur Verbesserung der Standortentscheidungen für die in Satz 1 genannten Anlagen sollen die Träger der Regionalplanung im Benehmen mit den Gemeinden regionale Energiekonzepte erstellen und in die Regionalen Raumordnungsprogramme integrieren; Vorranggebiete ohne Ausschlusswirkung und Vorbehaltsgebiete sollen auf der Grundlage dieser regionalen Energiekonzepte für Solar-Freiflächenanlagen in einer Größenordnung von 2 Prozent der Regi-
onsfläche ausgewiesen werden.“

Das bedeutet Innerhalb der Vorranggebiete schließen sie andere, mit der Solarnutzung unvereinbare Nutzungen aus (z. B. die Landwirtschaft). Außerhalb der Vorranggebiete entfalten sie keine Ausschlusswirkung, d. h. Freiflächen-Photovoltaik ist im Rahmen des LROP auch außerhalb der Vorranggebiete zulässig.

Schwächer wirken Vorbehaltsgebiete. In diesen ist die Solarenergienutzung von besonderem öffentlichem Interesse; sie ist aber nicht vorrangig zu verwirklichen. Eine Gemeinde könnte nämlich auch beschließen, dass im Vorbehaltsgebiet Freiflächen-Photovoltaik eine andere als die Solarnutzung stattfinden soll, wenn sie dies gut begründet. Die Gemeinde könnte auch das Ziel verfolgen, im Vorbehaltsgebiet einen Interessenausgleich zwischen Photovoltaik und Landwirtschaft zu organisieren und beide Nutzungen nebeneinander vorgeben; eine Verwirklichung der Photovoltaik könnte dann nur in den unterschiedlichen Formen der Agro-PV stattfinden. Für die Gemeinde besteht mit dem Instrument des Bebauungsplans auch die Möglichkeit, die Agro-PV städtebaulich zu steuern.

1. Den Grundsatz in Abschnitt 4.2 Ziffer 13 Satz 1 LROP wie folgt zu ändern:

„Für die Nutzung durch Anlagen zur Erzeugung von Strom aus solarer Strahlungsenergie sollen vorrangig Flächen in Anspruch genommen werden, die einer wirtschaftlichen, infrastrukturellen oder militärischen Vornutzung unterliegen, in unmittelbarer Umgebung von Verkehrsinfrastruktur, Industrie und Gewerbe liegen oder sich in einem benachteiligten Gebiet nach EU-Recht befinden, das als Acker- oder Grünland genutzt wird.“

2. Das Ziel in Abschnitt 4.2 Ziffer 13 Satz 2 LROP zu streichen oder durch folgende Zielbestimmung zu ersetzen:

„Landwirtschaftlich genutzte und nicht bebaute Flächen, für die der raumordnerische Vorbehalt für die Landwirtschaft gilt, dürfen für die Erzeugung von Strom aus Solarenergie in Anspruch genommen werden, wenn eine landwirtschaftliche Flächennutzung parallel zur oder im Anschluss an die Solarstromgewinnung weiterhin möglich bleibt.“

3. Den Grundsatz in Abschnitt 4.2 Ziffer 13 Satz 3 LROP um den angefügten Halbsatz nach dem Semikolon zu ergänzen:

„Zur Verbesserung der Standortentscheidungen für die in Satz 1 genannten Anlagen sollen die Träger der Regionalplanung im Benehmen mit den Gemeinden regionale Energiekonzepte erstellen und in die Regionalen Raumordnungsprogramme integrieren; Vorranggebiete ohne Ausschlusswirkung und Vorbehaltsgebiete sollen auf der Grundlage dieser regionalen Energiekonzepte für Solar-Freiflächenanlagen in einer Größenordnung von 2 Prozent der Regionsfläche ausgewiesen werden.“

Ein Beispiel für die Festlegung von Vorbehaltsgebieten Solar stellt der Teilregionalplan Energie Mittelhessen (TRPEM) dar (Staatsanzeiger für das Land Hessen, Nr. 51/2017, S. 1483), dessen Festlegungen hier dokumentiert werden:

„Abschnitt 2.3 „Nutzung solarer Strahlungsenergie durch Photovoltaik“

2.3-1 (G): Photovoltaik-Freiflächenanlagen sollen vorrangig in Vorranggebieten Industrie und Gewerbeerrichtet werden, soweit für andere gewerbliche Entwicklungen Raum bleibt.

2.3-2 (G) (K): Raumbedeutsame Photovoltaik-Freiflächenanlagen, die nicht in Vorranggebieten Industrie und Gewerbe errichtet werden können, sollen in den Vorbehaltsgebieten für Photovoltaik-Freiflächenanlagen errichtet werden. In diesen Vorbehaltsgebieten ist der Nutzung durch raumbedeutsame Photovoltaikanlagen bei der Abwägung mit konkurrierenden raumbedeutsamen Nutzungen ein besonderes Gewicht beizumessen.

2.3-3 (Z): Raumbedeutsame Photovoltaik-Freiflächenanlagen in einem Vorbehaltsgebiet für Photovoltaik-Freiflächenanlagen, das gleichzeitig Vorranggebiet für Landwirtschaft ist, müssen mit agrarstrukturellen Belangen vereinbar sein.

2.3-4 (Z) Die Flächeninanspruchnahme durch Photovoltaik-Freiflächenanlagen ist innerhalb der einzelnen Gebietskörperschaft auf 2 % der Fläche der Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für Landwirtschaft zu begrenzen.“

Hessen

Hintergrund

Die DIN SPEC 91434 behandelt folgende Punkte:

Anwendungsbereich

Normative Verweisungen

Begriffe

Kategorisierung von Agri-PV-Systemen

Kriterien und Anforderungen an die landwirtschaftliche Hauptnutzung

Planerische und technische Anforderungen an Agri-PV-Anlagen

Anforderungen an die Installation, den Betrieb und die Instandhaltung

Die DIN SPEC 91434 „Agri-Photovoltaik-Anlagen – Anforderungen an die landwirtschaftliche Hauptnutzung“ ist kostenfrei unter folgendem Link abrufbar:

Dieses Dokument legt Anforderungen an die landwirtschaftliche Hauptnutzung im Bereich der Agri-Photovoltaik (Agri-PV) fest. Dabei werden Anforderungen an die Planung, den Betrieb, die Dokumentation und die Betriebsüberwachung sowie Messkennzahlen für das Prüfverfahren zur Qualitätssicherung von Agri-PV-Anlagen definiert. Alle Anforderungen und Kennzahlen beziehen sich hierbei auf die landwirtschaftliche Nutzung. Anforderungen der landwirtschaftlichen Hauptnutzung sind zum Beispiel die Lichtintensität und Lichtverteilung unter der Agri-PV-Anlage, die zudem auch an die Bedürfnisse der jeweiligen Kultur angepasst werden. Dieses Dokument ist nicht anzuwenden für den Bereich der klassischen Freiflächen Photovoltaik-Anlagen (PV-FFA), da hierfür bereits entsprechende Normen existieren. Wo immer auf bestehende elektrotechnische Größen sowie technische Vorgaben und Vorgaben zur elektrischen Installation Bezug genommen wird, gelten die bereits existierenden Normen und Regularien. Die Kombination von Gewächshäusern und Solarmodulen, sowie das Anbaukonzept der vertikalen Landwirtschaft (vertical farming) sind nicht Gegenstand dieses Dokuments.

Anderthalb Jahre und zahlreiche, intensive Diskussionen waren deshalb nötig, bis wir zusammen mit der Uni Hohenheim, dem Deutschen Institut für Normung (DIN) und weiteren Partnern den Prozess der Entwicklung einer Vornorm - oder genauer: einer Spezifikation - abschließen konnten. Das Ergebnis liegt seit Mitte April in Form der DIN SPEC 91434 vor.

DIN-Spezifikation – Entwurf einer Vornorm

Um den Weg für die Agri-PV hin zur Energiewende zu ebnen, hat das Fraunhofer ISE in Zusammenarbeit mit Vertreter*innen aus Forschung und Landwirtschaft einen Standardisierungsprozess für die Agri-PV initiiert. Die DIN SPEC 91434 definiert verschiedene Agri-PV-Systeme und beinhaltet spezifische Anforderungen, die sich hauptsächlich auf die landwirtschaftliche Nutzung beziehen. Somit dient die DIN SPEC auch als Entscheidungsgrundlage für Gesetz- und Fördermittelgeber sowie Genehmigungsbehörden. Im Zentrum der Standardisierung steht die Einteilung der Technologie in oberhalb 2,1m aufgeständerte Anlagen (Kategorie 1) und bodennahe Anlagen (Kategorie 2). Auf landwirtschaftlicher Seite muss vor dem Bau der Anlage ein Nutzungskonzept erarbeitet werden, das die weitere landwirtschaftliche Nutzung der Fläche gewährleistet. Dabei dürfen die Erträge nicht unter der Marke von 66% des Referenzertrags liegen. Die Mindestanforderungen an die Lichtverfügbarkeit und den Flächenverlust werden bei Kategorie I <10% und Kategorie II <15% definiert.

Anhang A (normativ)

Formularvorlage für ein landwirtschaftliches Nutzungskonzept

ANMERKUNG Die im Folgenden in Klammern aufgeführten Abschnittsnummern und die genannten Bezeichnungen der Kategorien von Agri-PV-Anlagen beziehen sich auf DIN SPEC 91434.

1. Allgemeine Betriebsinformationen

Name und Adresse des Unternehmens: _____

Name und Adresse der Kontaktperson: _____

Zutreffendes bitte ankreuzen: Eigentümer Pächter

Betriebstyp nach Agrarstrukturerhebung (Mehrfachnennung möglich):

Ackerbaubetrieb Gemüsebaubetrieb Dauerkulturbetrieb

Futterbaubetrieb Veredlungsbetrieb Gemischtbetrieb

Sonstiges

Betriebsgröße: _____

2. Informationen zur Agri-PV-Anlage

Name und Adresse des Besitzers (falls nicht Eigentümer des Landwirtschaftsbetriebs):

Name und Adresse des Betreibers der Agri-PV-Anlage:

Kategorie der Agri-PV-Anlage (Aufständigung und Nutzung, siehe Abschnitt 4):

Lichte Höhe der Agri-PV-Anlage (5.2.2): _____

Spezifische PV-Leistung in (kWp DC): _____

3. Informationen zur Gesamtprojektfläche

Größe der Gesamtprojektfläche (Ort, Größe, Schlagnummer) (siehe Definition 3.3):

Voraussichtlicher Flächenverlust, der sich durch die Errichtung der Agri-PV-Anlage ergibt (5.2.3):

Größe der landwirtschaftlich nutzbaren Fläche (siehe Definition 3.4):