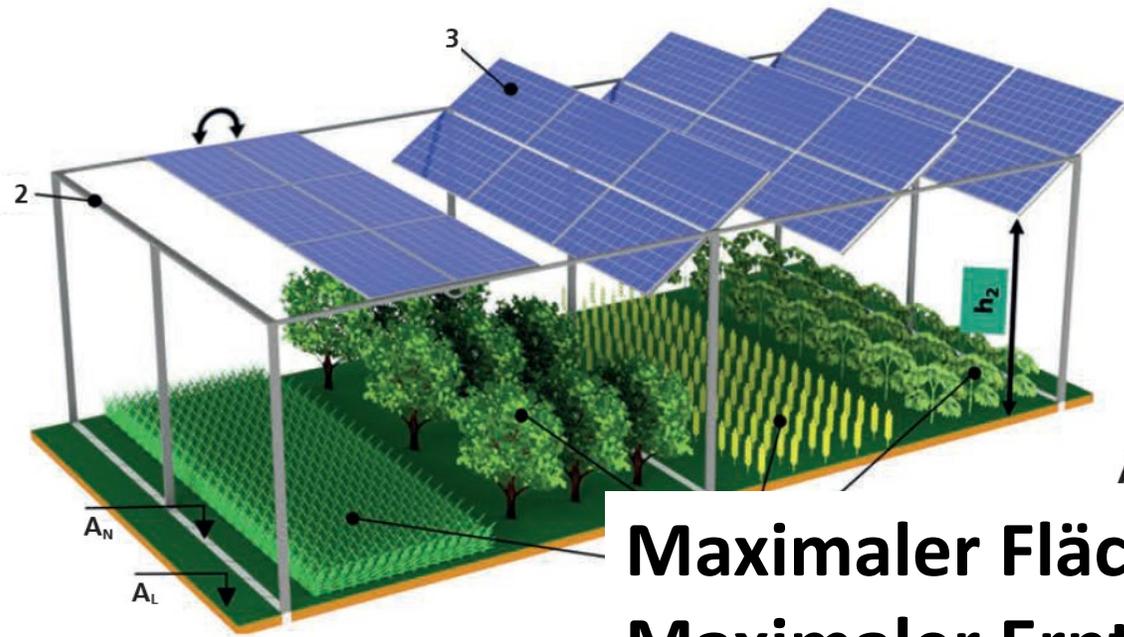


# Konzepte der Freiflächenphotovoltaik



Prof. Dr. sc. agr. habil. Kerstin Wydra  
Pflanzenproduktion im Klimawandel  
Fachhochschule Erfurt  
Solarinput e.V., Mitglied AbL  
kerstin.wydra@fh-erfurt.de

# Agri-Photovoltaik: DinSpec 91434

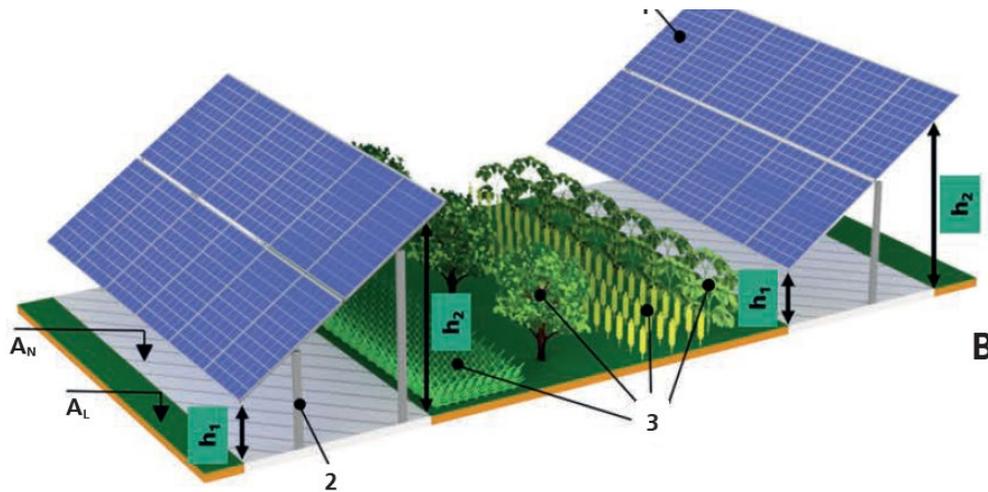


A

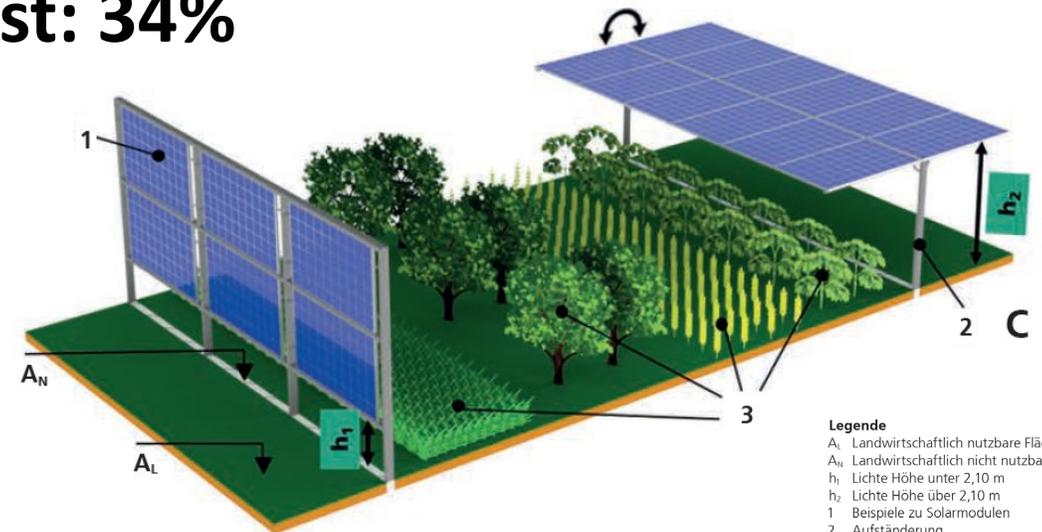
**Maximaler Flächenverlust: 15%**  
**Maximaler Ernteverlust: 34%**

- Anbau **unter** und **zwischen** PV-Modulen

**DinSpec 91434**



B



C

- 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 Aufständerung
  - 3 Beispiele landwirtschaftlicher Kulturen

Ackerbau

# Agri-Photovoltaik - Anbau unter PV Modulen: Ackerbau



Deutschland



## Vorteile:

- - doppelte Flächennutzung
- Schutz der Anbaukulturen vor Witterungsschäden
- Höhere Erträge möglich - besonders in Trockenjahren
- Stromerträge
- Steigerung der Moduleffizienz
- reversibel

Italien



# Trends und Innovationen

## Ackerbau, Straßkirchen



# Drahtseilaufhängung



HyPERFarm – Straßkirchen; Firma Krinner Carport GmbH

- Kostenverringering: bis zu **90%**  
(Leitner 2020)
- Durchfahrtsbreiten 11- 15m
- **Abstand zwischen Pfeilern 25-40m**



## Ackerbau, Frankreich

Foto: TSE

Firma: TSE

- 5,5m Höhe, Abstand 27m L, 11m B
- 0,5% Flächenbelegung
- **160 km/h Windlast tolerabel**



Image: Julien Bru Studio

- Raps, W-Gerste, Futterroggen, Mais, Hülsenfrüchte
- **Temp. in APV mind. 1,2°C niedriger**
- **Boden 3,2°C kühler, feuchter** (Juni, Aug.)
- **30% Wassereinsparung** erwartet



# APV - Anbau zwischen / unter PV Modulen

Nachgeführte Anlagen / Tracking

**Tracking:  
30% höhere Stromerträge möglich**



# APV - Anbau zwischen / unter PV Modulen

## Nachgeführte Anlagen / Tracking



# APV - Anbau zwischen PV Modulen

vertikal



VeCon GmbH



Fa. Next2Sun

<https://www.next2sun.de>



- Bifaziale Module, vertikal
- O-W-Ausrichtung
- **435-460 kWp/ha**
- Anbau Futterpflanzen, Getreide, Hülsenfrüchte...
- Firmen: VeCon GmbH, Agrosolar, Next2Sun, etc.



- Weniger Wind
- Mehr Bodenfeuchtigkeit

# Mobile APV-Anlage, Niederlande Sektorenkopplung: H2 Produktion



[Energy](#)

[Circulair](#)

[Key points](#)

[Organisation](#)

[Contact](#)



Harvesting hydrogen on agricultural land  
while maintaining agricultural production



# Sonderkulturen

# Pilotanlagen Obstanbau

# Beispiele

August 2020



Quelle: BayWa r.e.



Beeren,  
Niederlande



Birnen

August 2020



Quelle: BayWa r.e.



Johannisbeeranlage/ Apfelanlage

- Solarstromquelle: **1,2 MWp**, mehr als 4.500 Solarmodule
- Strom für 400 Haushalte pro Jahr
- 4.500 Johannisbeersträucher:  
**23 Tonnen Ernte** pro Jahr
- **Apfel** + für Ausfärbung
- **günstigere, niedrigere Temperaturen** für Pflanzen (bis 10°C kühler)
- **Schutz vor Hagel, Starkregen, Frost, etc.**
- **Rückgang Pilzbefall**
- Reduktion Abfall- und Investitionskosten

BayWa r.e. NL; Haidegg, Österr. 2022



Tierhaltung

# Tierwohlgerechte Viehhaltung



SUNFARMING

- **Glas-Glas-Module:** höhere Lichtdurchlässigkeit; bifazial
- Unterfahrbarkeit mit Kleintraktoren mit Arbeitsbreiten bis 3 m
- Schattenspender und Wetterschutz
- ggf. niedriger für **Schafe, Hühner, Kleinvieh**
- bis max 1,1 MWp pro ha

# Wassermanagement

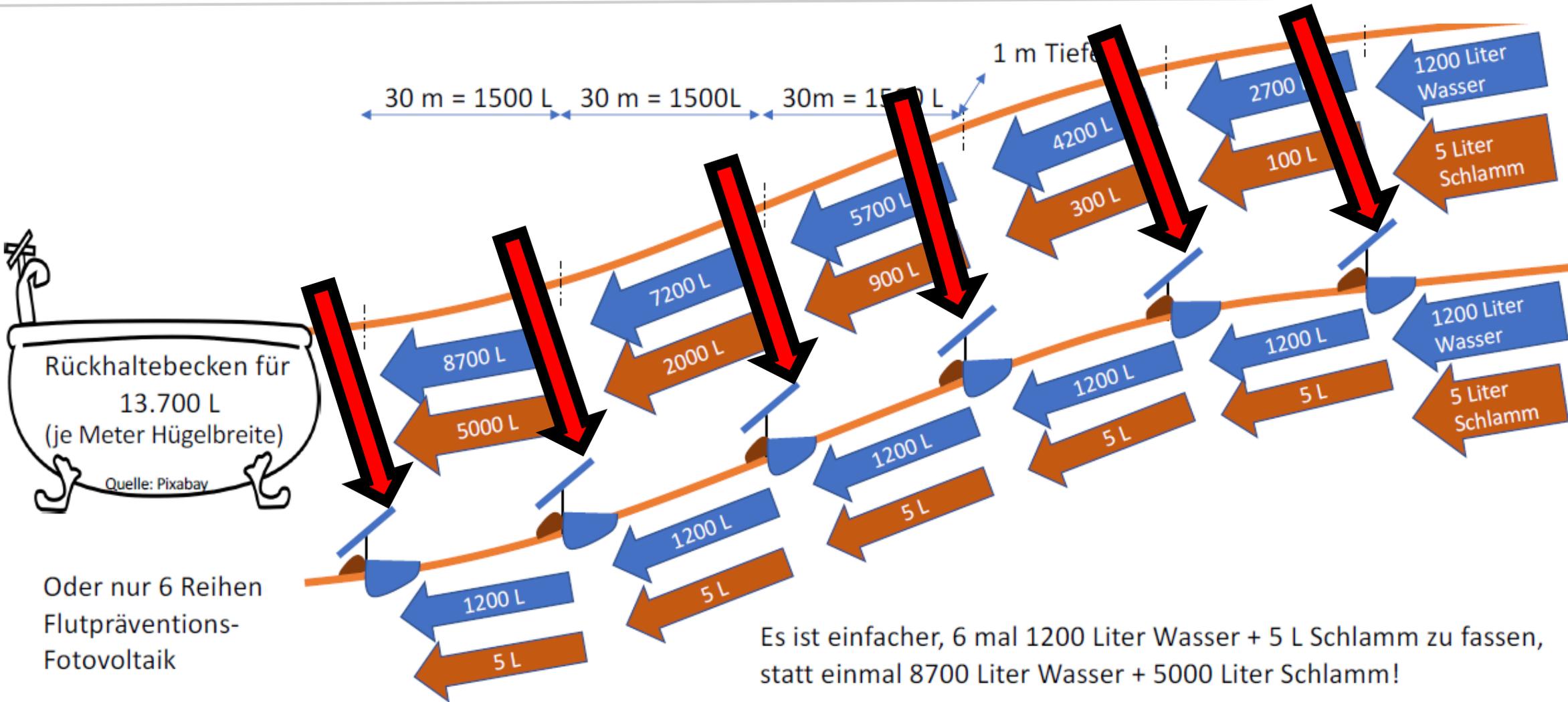
# Bifaziale Module & Regenwasserverteilsystem

- Bifaziale Module
- Flächige Beregnung
- Bodenfeuchtigkeit unter den Modulen
- Keine Erosion



SUNFARMING

# Flutpräventions- / Hangerosions- PV-Anlagen



„Moor“  
- lw. Flächen -

# APV-Moor: Wiedervernässung & Nutzung

## SUNfarming Agri-Solar-Anlage für Milchbetrieb in der Wesermarsch

SUNfarming hat seine ersten Moorsolar Pilotanlagen nördlich von Oldenburg in der Wesermarsch erfolgreich in Betrieb genommen.



## Ballenpresse im Einsatz im Solarpark Lottorf



(Wattmanufactur 2023) , Sickle bar mower der Firma Motormäher GmbH



Gifhorn e.V.



GMC 2016



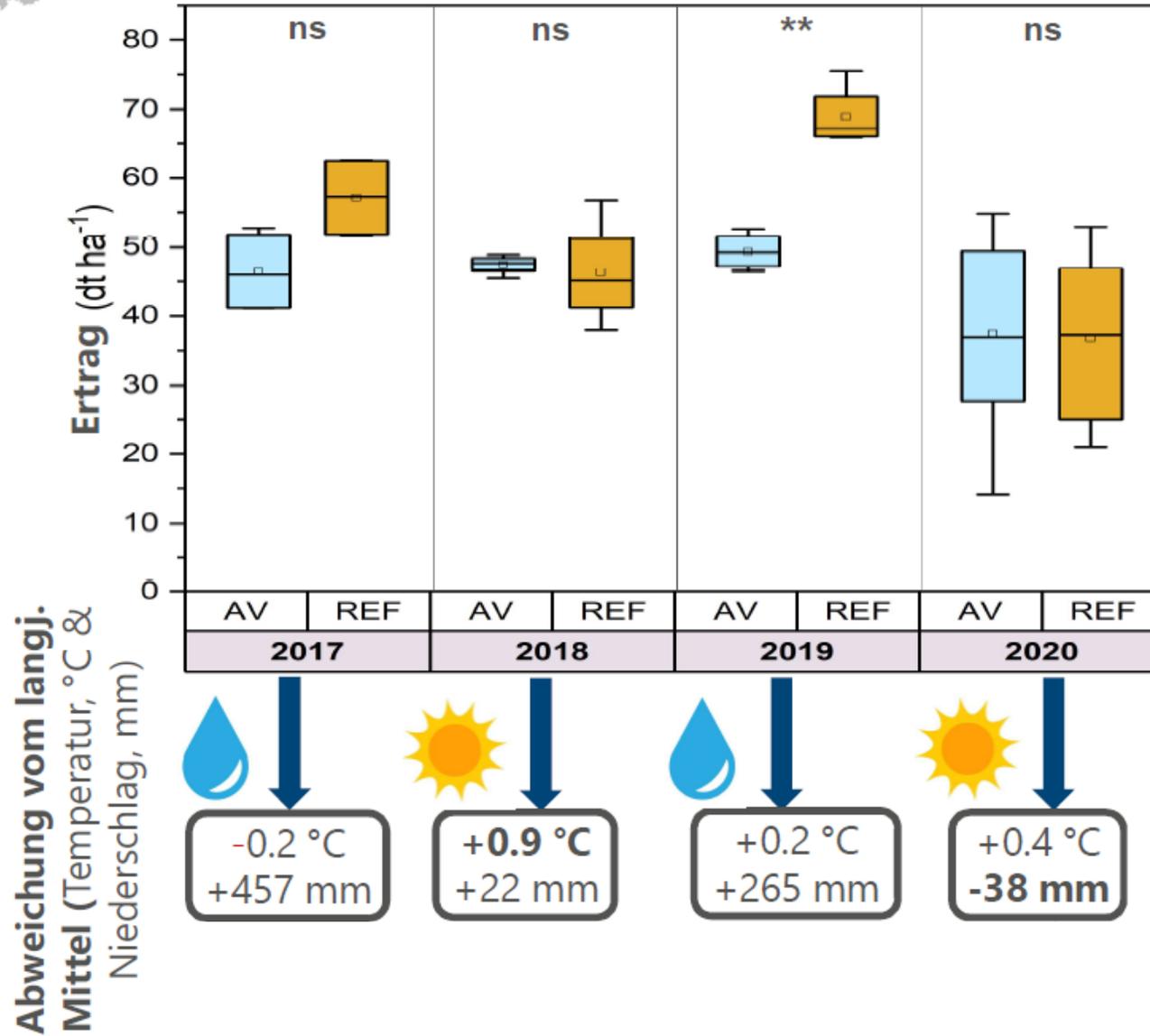
Sergej Usta k 2012



Delver koog 2007

Ertrag

# Ertrag Winterweizen über 4 Jahre: APV / Referenz



Baden-Württemberg

# Mögliche Ertragsunterschiede: Kulturen unter APV / Referenzflächen



Heggelbach,  
Baden-Württemberg

# APV-Effekte Grünland

---

Beispiele: (wiss. Untersuchungen)

- Wassernutzungseffizienz ↑ z.B. 328%
- Ertrag ↑ 90%,
- C-Speicherung ↑
- zusätzl. Lebensräume für bedrohte Arten ↑

# Eignung von Kulturpflanzen für APV

Kulturen profitabel bei Stress\*

## Schattentolerante Kulturen



Quelle: <https://www.xing.com/events/klimaretter-photovoltaik-chance-agri-photovoltaik-agri-pv-3584945>

s. Studie Wydra et al. 2022  
<https://www.fh-erfurt.de/fileadmin/Dokumente/Personen/LGF/Wydra/APV-Studie.pdf>

	<b>Gerste</b>	Weizen, Roggen, Triticale
	<b>Feldgras, Dauergrünland</b>	kleinkörnige Leguminosen
	<b>Winterraps</b>	Hanf
	<b>Kartoffel, Knollensellerie</b>	Zuckerrübe
	<b>Mangold, Salat Gurke</b>	Kohl**, Möhre, Rhabarber, Kürbis
	<b>(Äpfel, Birnen), (Erdbeeren) Strauchbeeren (+Holunder)</b>	Süß-/Sauerkirschen, Pflaumen u. Zwetschgen
	<b>(Wein, Hopfen), Ginseng, Bärlauch, Pilze</b>	Melisse, Pfefferminze

\* Hitze, Trockenheit, Regen, Spätfröste, Hagel, Sturm; \*\* kein(Brokkoli), Blumenkohl, Rosenkohl, bedingt Grünkohl  
In Klammern: bedingt schattentolerant

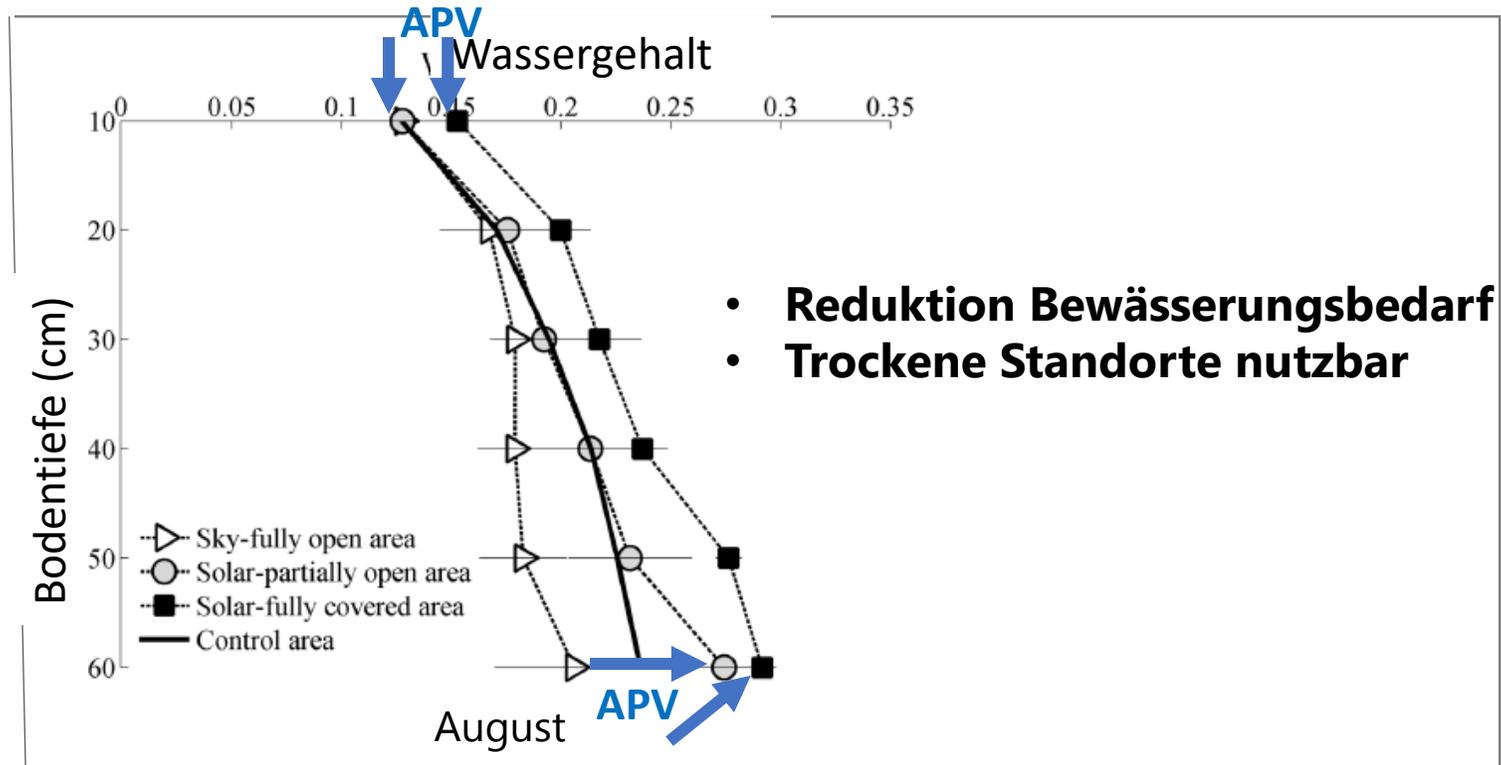
# Positive Auswirkungen APV auf:

---

- **Mikroklima** (Temp. ↓, Frostschutz, etc.)
- **Ertrag** (bei Stress)
- **Bodenfeuchte / -temp.**  
 **Wassereinsparung**
- **Erosion** (Wind, Wasser)

# Auswirkungen der APV-Anlage auf das Mikroklima

## Standortbezogene Bodenfeuchte steigt bei Trockenheit



Veränderung der Bodenfeuchte unter der APV-Anlage und unter freiem Himmel in Abhängigkeit von der Bodentiefe  
(angepasst nach Adeh et al. 2018, S. 6)

# Agri-Photovoltaik Anlagen: Vorteile für Landwirtschaft

---

## Minderung der Auswirkungen des Klimawandels in der Landwirtschaft

- Abmildern von
  - zunehmenden **Dürren** und entstehenden Ernteeinbußen
  - **Extremwetter, Hagel, Frost**
  - **Hitze, Sonnenbrand**
  - **„Wind & Wassererosion“**

durch Beschattungswirkung  
optimiertes Wassermanagement
- Erhöhen der Biodiversität auf Äckern
- **Bodenschutz** und erhöhte Bodenfruchtbarkeit, Humusbildung
- Zusätzliche Einkommensquelle

Biodiversität  
in  
Freiflächenanlagen  
(FFA)

# PV-FFA und Naturschutz



GREENPEACE



**Solaranlagen: Chance für Naturschutz,**

**Erfordernis für Klimaschutz & Erhalt der Arten (!)**

K. Wydra

Forderungen der Umwelt- und Naturschutzorganisationen für einen naturverträglichen Ausbau

# Freiflächenanlagen



take up less than  
1% of the surface.

# Biodiversitäts-PV

- Habitat für Bestäuber, Vögel, etc.
- Bodenschutz
- geeignet für 4-10% GAP Stilllegungsfläche

GLÖZ8



Photo courtesy of Rob Davis, Fresh Energy



Biotopverbund





# PV-FFA & Biodiversität - Insekten, Amphibien, Vögel, Säuger

- **75 Solarparks: Artenreichtum** erhöht sich in der Regel deutlich (SonneSammeln, 2022)
- **PV-FFA - auf 70 %–95 % des Bodens kann Biodiversität gefördert werden** (Esteves, 2016).
- **PV-FFA nach Umwandlung von Acker in Grünland: Biodiversität nimmt grundsätzlich zu** (BNE 2019)
- Beitrag zur Biodiversität vielfach belegt (Zürcher HAW im Auftrag des Bundesamts für Energie, Schweiz, Schlegel, 2021)
- PV-FFA: **Insekten**: mehr **Bienen & Bestäuber** als auf konv. Lawi-Flächen
  - mehr **Heuschrecken, Tagfalter, Spinnen, Laufkäfer, seltene und bedrohte Arten** z.B. Zahnflügel-Bläuling (*Polyommatus daphnis*), Kleiner Schlehen-Zipfelfalter (*Satyrium acaciae*), Lilagold-Feuerfalter (*Lycaena hippothoe*), Wegerich-Scheckenfalter (*Melitaea cinxia*)
  - Hecken im Randbereich, «**Schmetterlingsgehölze**» Schwarzdorn, Rote Heckenkirsche, Kreuzdorn und Faulbaum

# PV-FFA und Biodiversität - Vögel

- PV-FFA: -Nahrungshabitat für **Graureiher, Rohrweihe, Rotmilan, Baumfalke, Turmfalke, Rauchschwalbe, Star, Fledermäuse, Weißstorch, Wiesenweihe, Steinkauz**

(Peschel, 2010, Badelt et al., 2020)

- PV-FFA: - **Feldlerche, Rebhuhn, Schafstelze**, vermutlich auch für Wachtel, Ortolan, Grauammer (Demuth et al., 2019), **verhaltensflexible Kulturlandvögel** (Moore-O'Leary et al., 2017), **Wiesenbrüter** und andere anspruchsvollere Lebensraumspezialisten, z.B. **Wiesenpieper** oder **Braunkehlchen**, können profitieren (Günnewig et al., 2007)  
Brutnachweise von 16 **gefährdeten Vogel-Arten** des Offenlands, zB **Wachtel, Rebhuhn, Neuntöter, Braunkehlchen, Grauammer** (Badelt et al., 2020)

- PV-FFA: **Greifvögel** werden durch thermische Luftströmungen oberhalb v. PV-FFA angelockt (Dwyer et al., 2018). **Turmfalke, Waldkauz** in Solarparks beobachtet; **Turmfalke, Rotmilan, Mäusebussard, Sperber, Wespenbussard, Baumfalke** bei Nahrungssuche

(Scheller, et al., 2020).

# Landesjagdverband Schleswig-Holstein

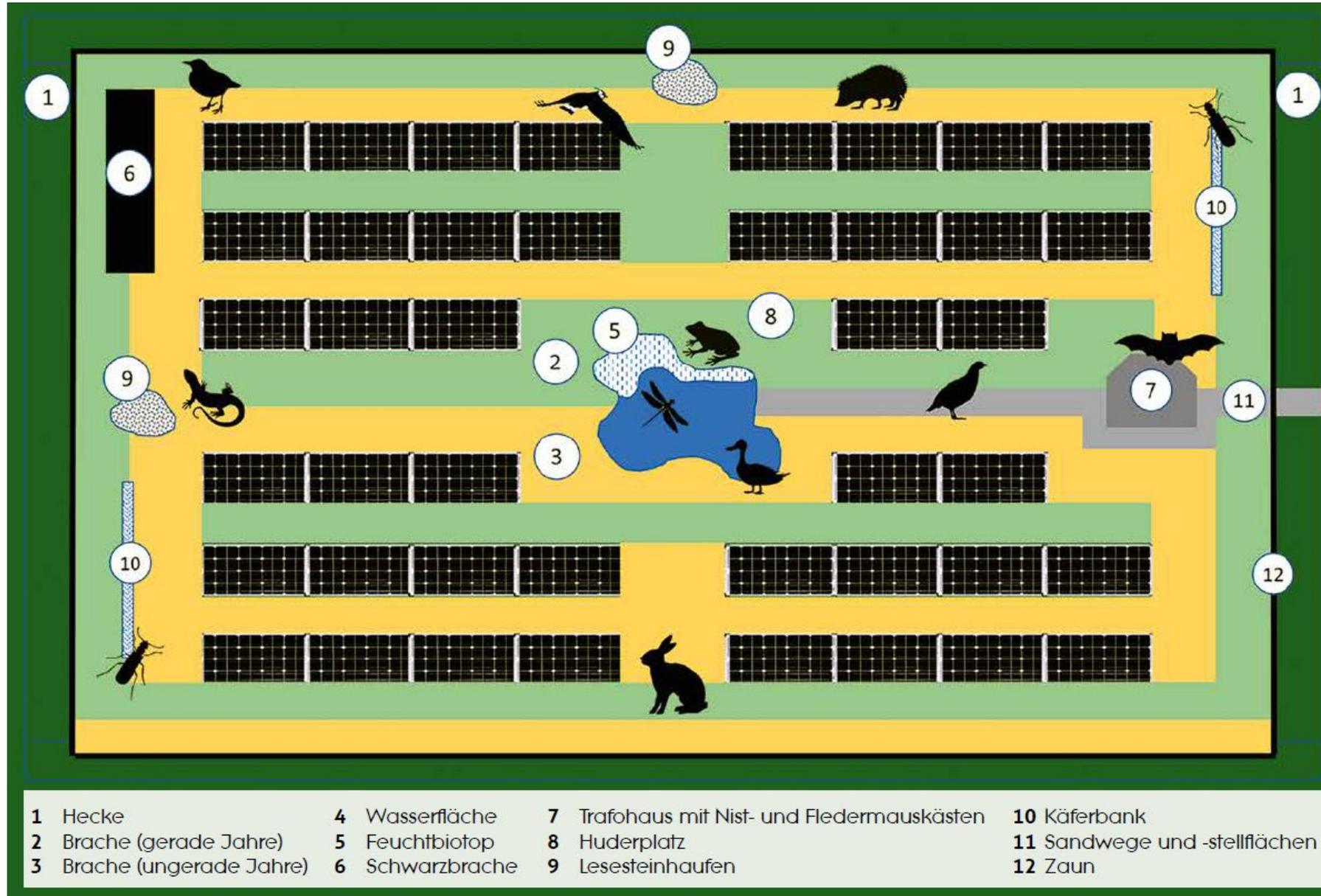


**Landesjagdverband**  
Schleswig-Holstein

## **Solarenergie wildtierfreundlich planen** Empfehlungen für Freiflächenphotovoltaikanlagen



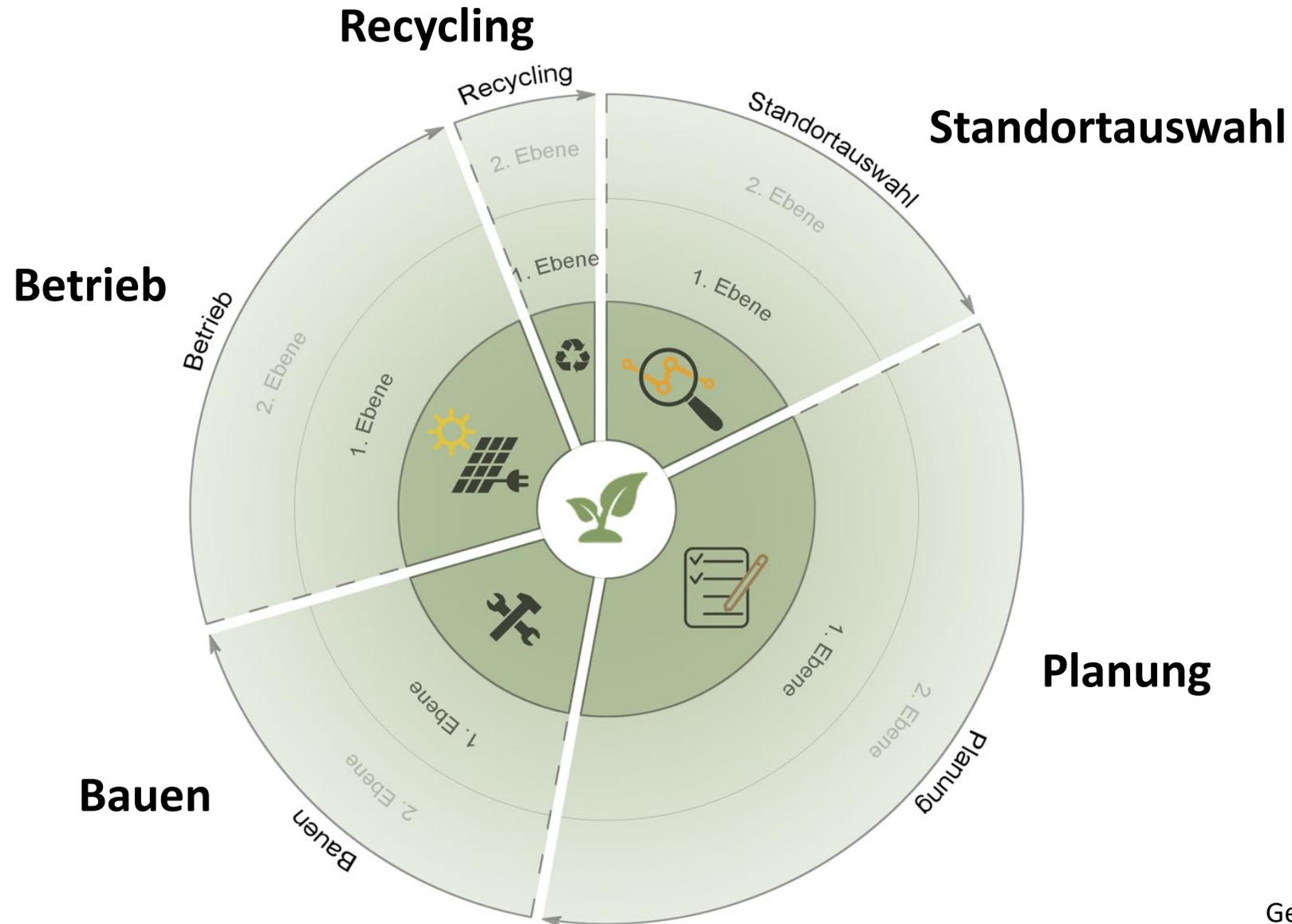
# Landesjagdverband Schleswig-Holstein



# PV-FFA und Boden / Mikroklima

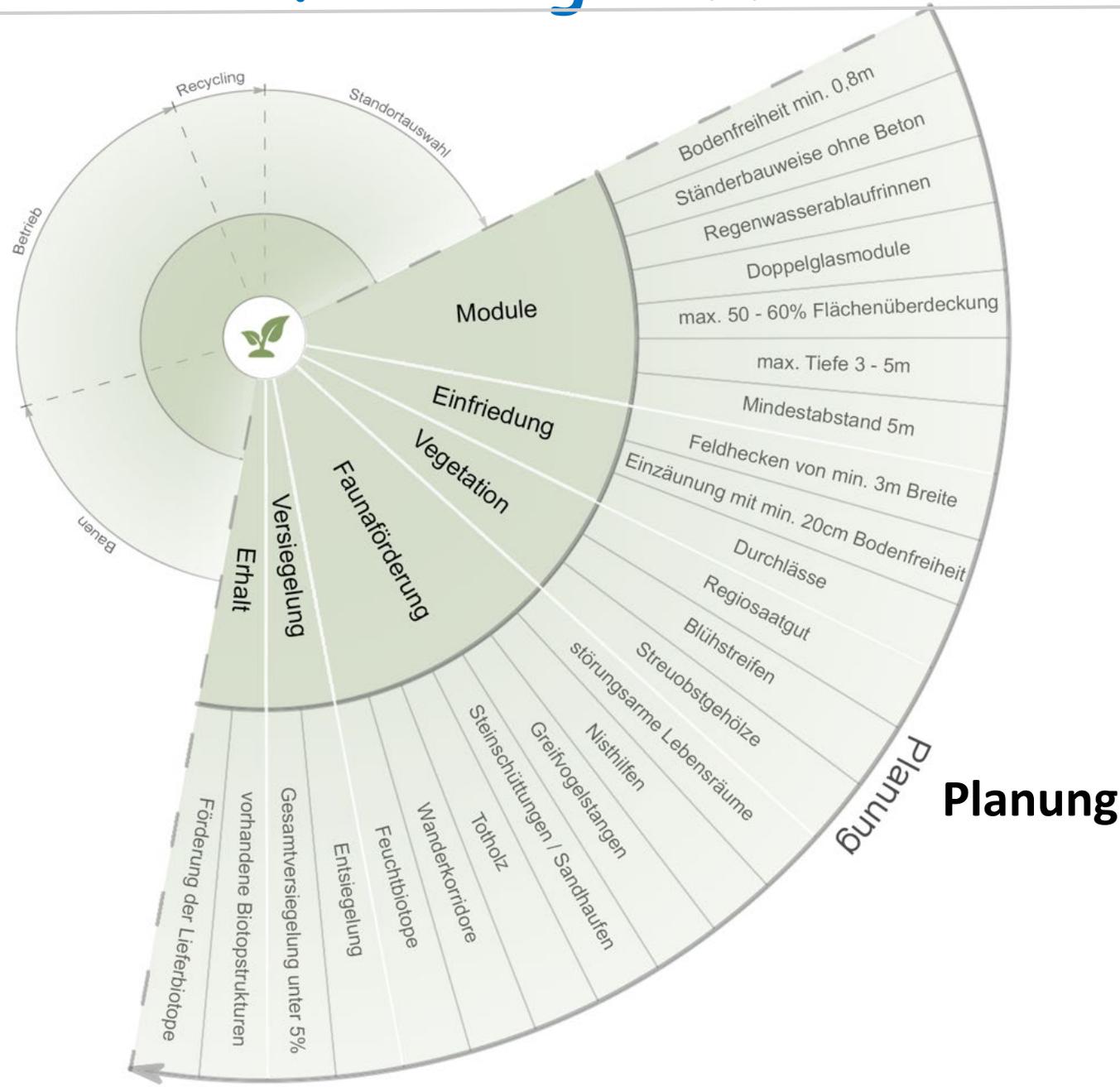
- **PV-FFA +** - **Boden+Lufttemperatur** ↓ **Boden+Luftfeuchtigkeit** ↑  
(Beatty et al. 2017, Adeb et al. 2018; Marrou et al. 2013; Makaronidou 2020, Schindler et al. 2018, Feistel et al. 2022)
- **Salat & Gurke, 14-29% Evaporanspiration** ↓ (Marrou et al. 2013)
- **PV-FFA +** - mit Vegetationsdecke aus Gräsern, Sträuchern und Blühpflanzen  
**Bodengesundheit** ↑  
**,run-off'** ↓, **Bodenerosion** ↓ (Li et al. 2007, Bartley et al. 2014; Beatty et al. 2017; Uldrijan et al., 2021)
- **PV-FFA +** - Umwandlung von Acker in naturnahes Grünland: **CO<sub>2</sub> Speicherung** ↑ **um 65 %**  
(Walston, et al., 2021), aber nicht immer (Choi, et al., 2020)
- **PV-FFA +** - **Biomasse-Abbau** ↓ **Bodenbiomasse** ↑ (Stott et al. 2022)
- **PV-FFA +** - **Eingriff in Boden und Grundwasser meist gering** (Baden-Württemberg Umweltministerium, 2019)
- **PV-FFA** - **Wasserhaushalt**; möglich in Wasserschutz-zonen III und II (Badelt et al. 2020, Ebert & Müller 2011)
- **APV +** - **Ökosystemdienstleistungen** ↑ (Ludzuweit 2023)

# Ökologische Flächenaufwertung in FFA-PV: Maßnahmen

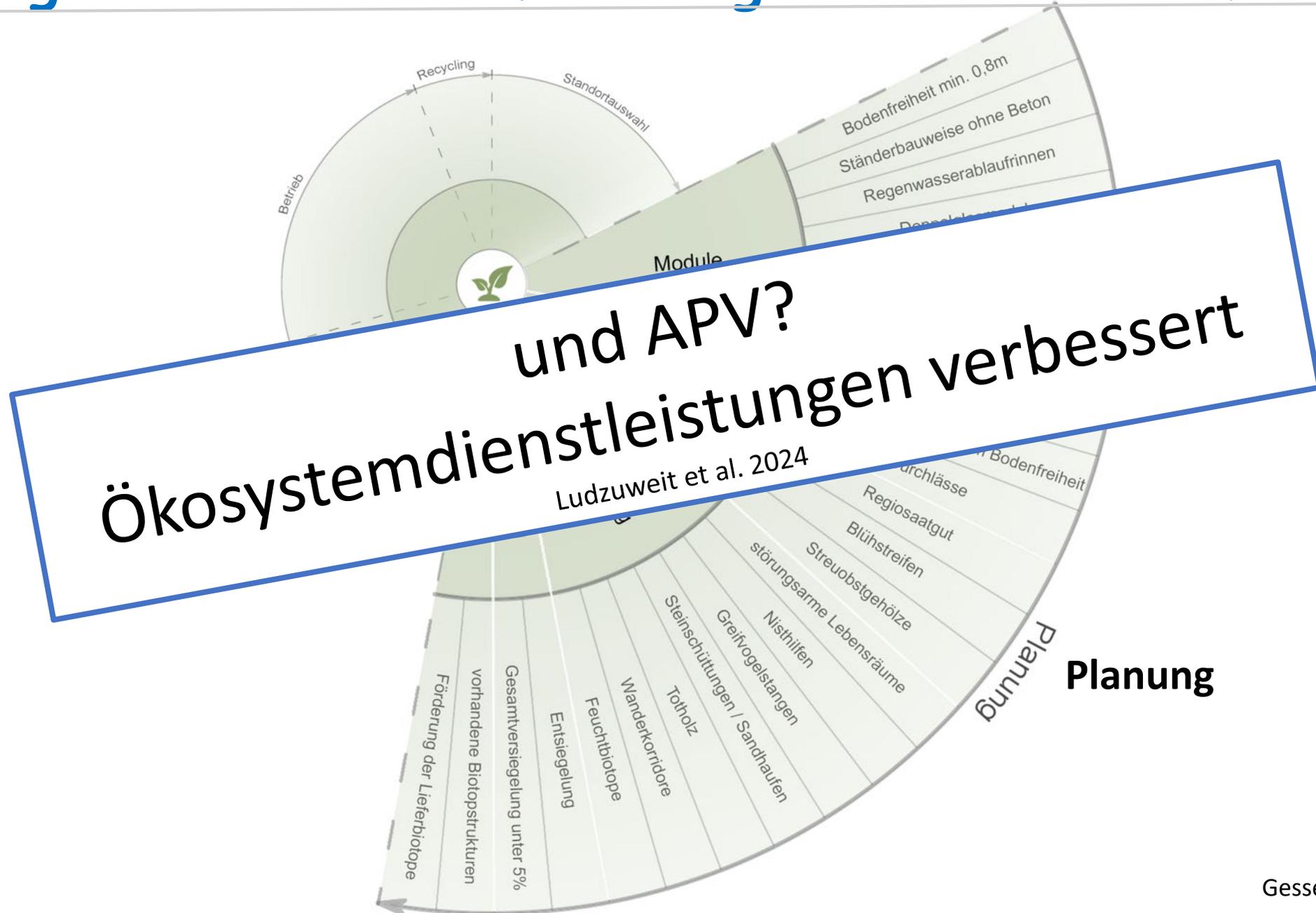




# Ökologische Flächenaufwertung in FFA-PV: Maßnahmen



# Ökologische Flächenaufwertung in FFA-PV: Maßnahmen



Flächenbedarf

# Stromerzeugung auf der Fläche: Vergleich Energiepflanzen / APV

## Stromerzeugung auf 1 ha (Nennleistung Energie)

1 ha Silomais	0,19 MWp/ha	Wirkungsgrad (Strahlung):	0,2%	<b>Faktor 32</b>
1 ha APV	<b>0,700 MWp</b>		<b>16-18 %</b>	

### Biokraftstoffen

1 ha Raps	PKW (Diesel-Motor, 5,5 l Biodiesel/100 km)	32.000 km	<b>Faktor 116</b>
1 ha APV	E-Auto	<b>3.750.000 km</b>	

(FNR, 2020  
Fraunhofer ISE 2021)

# Flächenbedarf APV in D

Ausbauziel PV in D 2030: 215 GW

Ausbauziel PV in D 2040: max 500 GW = aktuell 70 GW  
+ 50% Dach/Parkplatz etc (215 GW)  
+ 50% FFA-PV (215 GW)

als rein APV: ca. 350.000 ha = 2% der LNF

....(1% der LNF)

Heimsath,  
Fraunhofer ISE

Energiepflanzen in D: 2,2-2,5 Mio ha..... Biokraftstoff: 740.000 ha

Braunkohletagebau in D: 179.400 ha

(= 3x Bodensee)

---

# Landschaftsästhetik...

# Landschaftsästhetik



# Landschaftsästhetik



# Genehmigung...B-Plan?

APV-Anlage (links), Hagelschutzfolie (Mitte) Hagelschutznetz (rechts)



# Genehmigung...B-Plan?? Biodiversitätsmonitoring?



Land-  
schafts-  
ästhetik...

Spargelfolien,  
Mecklenburg-  
Vorpommern

# Landschaftsästhetik unserer Energieversorgung



Nahrungsmittel?  
Biodiversität?  
Bodenschutz??

....179.400 ha

Braunkohletagebau  
Lützerath

Regelungen...

# Genehmigung nach ‚Privilegierung in der Landwirtschaft‘

"§ 35 Abs. 1 BauGB:

- einem **land- oder forstwirtschaftlichen Betrieb dient** und nur einen untergeordneten Teil der Betriebsfläche einnimmt (Nr. 1)
- einem Betrieb der **gartenbaulichen** Erzeugung dient (Nr. 2)
- der öffentlichen Versorgung mit Elektrizität dient (Nr. 3)

Dies bedeutet, dass Kommunen ohne B-Plan genehmigen können – wenn nicht wegen ‚öffentlicher Belange‘ eine andere Behörde einschreitet, zumeist aus Unwissen über die allseitigen Vorteile der APV (!).

# Eckpunktepapier zu Agri-PV/EEG 2023

+ Solarpaket I

in Planung

- **Agri-PV-Anlagen sollen auf allen Ackerflächen grundsätzlich zulässig sein.**
- Förderung mit **GAP-Mitteln** (APV nach DinSpec 91434)
- vollständige **Zuordnung zum landwirtschaftlichen Betrieb**: Grundsteuer A, Erbschaftsteuer
- **2,5ha am Betrieb sind privilegiert** (kein B-Plan)

- **Einspeisevergütung** PV bei > 1MW über Ausschreibung  
**EEG23: 5,9 ct/kWh + Bonus**
- Bonus für APV > 1MW lichte Höhe >2,10m

**2024: 2,5 ct/kWh**  
danach Anpassung  
Höchstwert:  
**9,5 ct/kWh**

- Bonus für FFA auf wiedervernässten **Moorflächen: 0,5ct/kWh**

- Bonus für **extensive APV: 0,3ct/kWh** (geplant...)
- Bonus für **Biodiv-PV** (geplant) **(GLÖZ8)**

- Bei **anteiliger Eigenversorgung** und Einspeisung ins öffentl. **Stromnetz**: Marktpreis.....
- **PPA: vorher – 5,5 ct/kWh, schwankend bis >11,6 ct/kWh ....**

# Sozioökonomische Aspekte

# Partizipation

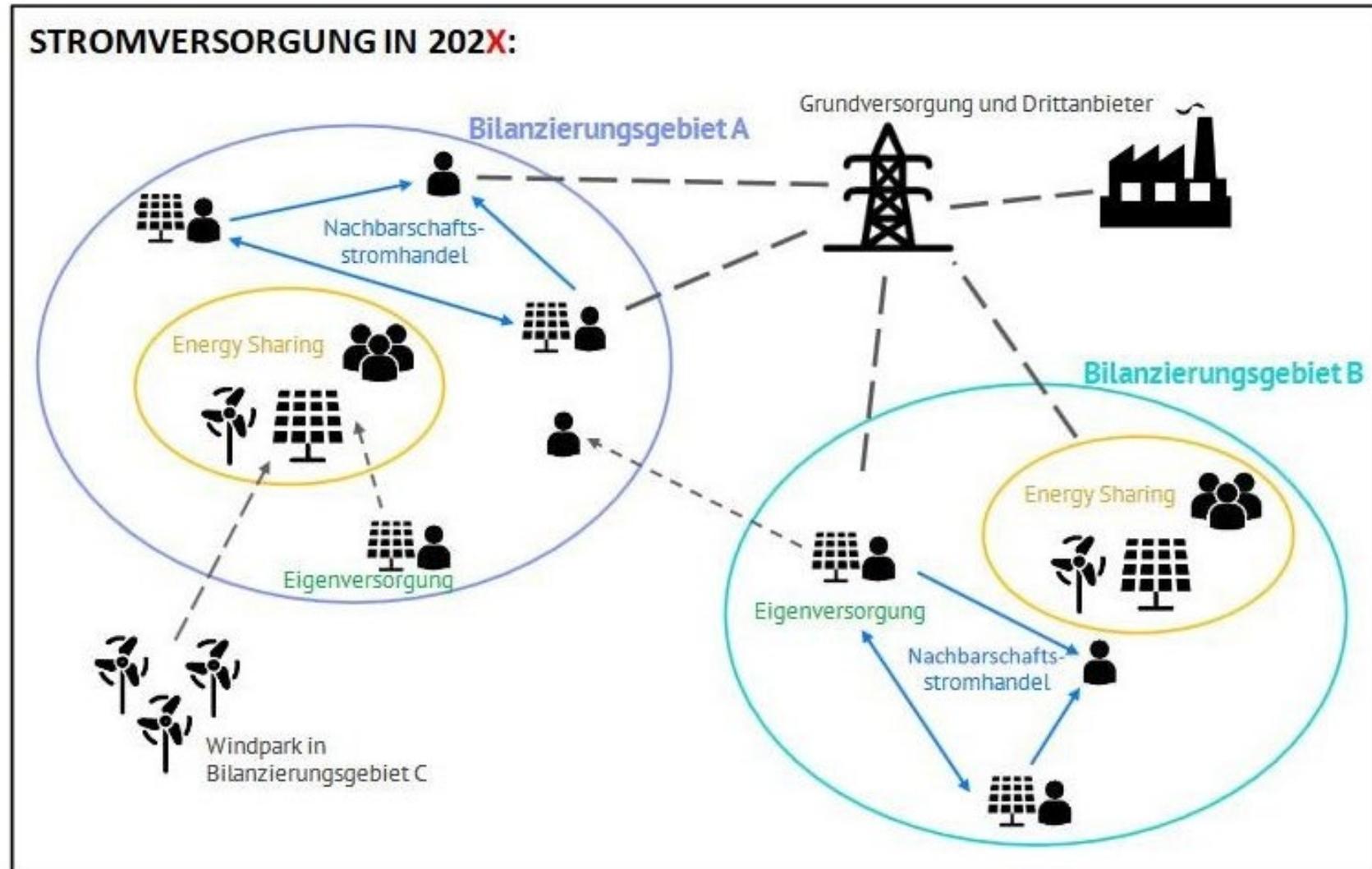
Bürger\*innen & BEGs, Kommunen, Landwirt\*innen, Energieversorger

Ziel:

Energiegemeinschaften

- dezentrale Netze aus zahlreichen Akteuren -

als Schlüssel der Energiewende



# Vorteile für Kommunen und Bürger\*innen

---

## Gewerbesteuer

- 90% der Gewerbesteuereinnahmen bleiben in der Gemeinde (Sitz der Betreibergesellschaft)

## Gemeindebeteiligung

- Gemäß §6 EEG ist finanzielle Beteiligung bis zu 0,2ct pro kWh der Gemeinde zulässig

## Unterstützung regionaler Akteur\*innen

- Landwirt\*innen, Flächeneigentümer\*innen, BEG, .....Bürgerstromtarif....

## Mehrwert für Natur & Region

- Blüh- und Schutzstreifen für seltene Pflanzen, Lebensraum für Insekten, Vögel, Wild..., Erosionsschutz, Wassermanagement

# Fazit für Genehmigungsverfahren

- Beurteilung auf Basis wissenschaftlicher Grundlagen
  - **Positiv** für Agri-PV und Biodiversität in FFA



Weiterbildung  
Beratung

- Priorisierung auf Dach- Konversionsflächen etc. nicht ausreichend für Ausbauziele 2030
- Grundsätzlich ist jede landwirtschaftliche Fläche geeignet

- **Forderungen: Standardisierte** Anforderungen (Umwelt-Leitlinien für Planung, Bau, Betrieb, Rückbau), incl. Biodiversitätsmaßnahmen;  
**Privilegierung der APV: der Landwirtschaft ,dienend‘**

- **Gutachten/Monitoring nur in begr. Ausnahmefällen**
- Vereinfachte, beschleunigte **Genehmigungsverfahren**
- Sofortiger, massiver **Netzausbau**

- **Vereinfachte Partizipation ...**

**Ausreichend:**  
**APV: DinSpec + Anbau-  
Konzept**  
**FFA: Biodiv-Konzept**



**Vielen Dank!**

# Studie: Potential der Agri-Photovoltaik in Thüringen

- Politisches Umfeld
- Stand der Technik
- Naturverträglichkeit
- Anbauoptionen
- Rechtliche Rahmenbedingungen
- Wirtschaftlichkeit
- Handlungsempfehlungen an Politik

gefördert durch:



[SolarInput – Solar Energie weiter Denken](https://solarinput.de)

<https://solarinput.de>

## Eigene Arbeiten

APV Studie Wydra et al. 2022: <https://www.fh-erfurt.de/fileadmin/Dokumente/Personen/LGF/Wydra/APV-Studie.pdf>

Wydra et al. 2023. Agrivoltaic – Solar Radiation for Clean Energy and Sustainable Agriculture with Positive Impact on Nature. <https://www.intechopen.com/online-first/87330>

APV Vortrag, Video, 1.6.2023, Brandenburg. <https://powershift-brandenburg.de/agri-photovoltaik/> oder <https://www.youtube.com/watch?v=loEVMcfED-o>

APV Vortrag, Video, 15.9.2023, Kiel. <https://www.youtube.com/watch?v=Hwmyw1fjlt4>

Busch C, Wydra K 2023. Life cycle assessment of an agrivoltaic system with conventional potato production. Journal of Renewable and Sustainable Energy 15, 043501. <https://doi.org/10.1063/5.0156779>

Trommsdorff, M, Hopf, M, Hörnle, O, Berwind, M, Schindele, S, Wydra, K 2023. Can synergies in agriculture through an integration of solar energy reduce the cost of agrivoltaics? An economic analysis in apple farming. Applied Energy 350, 121619. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.121619>

Gessert, S 2023. Ökologische Flächenaufwertung im Einvernehmen mit nachhaltiger Stromproduktion durch Photovoltaik-Freiflächenanlagen. MA-Arbeit, FH Erfurt. 100 S.

Vollmer, V 2022. Agri-Photovoltaik - aktueller Forschungs- und Technikstand, sowie fallspezifische Wirtschaftlichkeitsbetrachtung. MA-Arbeit, FH Erfurt. 100 S. [https://www.fh-erfurt.de/fileadmin/Dokumente/Personen/LGF/Wydra/MA\\_Thesis\\_Vera\\_Vollmer.pdf](https://www.fh-erfurt.de/fileadmin/Dokumente/Personen/LGF/Wydra/MA_Thesis_Vera_Vollmer.pdf)

Hoffmann, LB 2023. Eine Untersuchung von Paludikultur und einer möglichen Verbindung mit Agri-Photovoltaik sowie der damit verbundenen Verwertungs- bzw. Wertschöpfungskette. BA-Arbeit, FH Erfurt. 68 S.

Nguyen, TQ 2022. Agri-Photovoltaikanlagen als neues Kulturlandschaftselement - Ermittlung der Auswirkungen einer Modellanlage auf das Schutzgut Landschaftsbild mittels Visualisierungen sowie Vorschläge für eine optimierte Planung und Integration. BA-Arbeit, FH Erfurt. 68 S. [https://www.fh-erfurt.de/fileadmin/Dokumente/Personen/LGF/Wydra/BA-Thesis\\_Thieu\\_Quang\\_Nguyen.pdf](https://www.fh-erfurt.de/fileadmin/Dokumente/Personen/LGF/Wydra/BA-Thesis_Thieu_Quang_Nguyen.pdf)

## Literatur und Studien

TFZ (Technologie und Förderzentrum Straubing), Okt. 2023. **Agri-Photovoltaik Leitfaden. Planung und Genehmigung.**

[https://www.tfz.bayern.de/mam/cms08/rohstoffpflanzen/dateien/231005\\_p\\_tfz\\_leitfaden\\_agri-pv.pdf](https://www.tfz.bayern.de/mam/cms08/rohstoffpflanzen/dateien/231005_p_tfz_leitfaden_agri-pv.pdf) und  
[https://www.tfz.bayern.de/tfz\\_bericht\\_73\\_agri-pv](https://www.tfz.bayern.de/tfz_bericht_73_agri-pv)

Schindele 2021a **Feldfrüchte und Strom von Agrarflächen: Was ist Agri-Photovoltaik und was kann sie leisten?**

<https://www.ingentaconnect.com/contentone/oekom/gaia/2021/00000030/00000002/art00007?crawler=true&mimetype=application/pdf>

### **APV im Obstbau:**

<https://www.gb-profi.de/nachricht-gemuese/detail/baywa-re-stellt-erste-fruitvoltaic-anlage-fuer-johannisbeeren-fertig/>  
<https://www.ise.fraunhofer.de/de/forschungsprojekte/apv-obstbau.html>

Schindele 2021b **Nachhaltige Landnutzung mit Agri-Photovoltaik: Photovoltaikausbau im Einklang mit der Lebensmittelproduktion.** [https://www.oekom.de/files/media/zeitschriften/artikel/GAIA\\_2021\\_02\\_96.pdf](https://www.oekom.de/files/media/zeitschriften/artikel/GAIA_2021_02_96.pdf)

<https://www.umwelt.uni-hannover.de/de/forschungsprojekte/forschungsprojekt-detailansicht/projects/integration-von-solarenergie-in-die-niedersaechsische-energielandschaft-inside/>

### **DIN SPEC für APV:**

<https://www.beuth.de/de/technische-regel/din-spec-91434/337886742>

Agrivoltaics conference, 2021, 2022, 2023

<https://www.agrivoltaics-conference.org/home>

## **Websites und Veröffentlichungen zu Biodiversität und Biodiversitätsmaßnahmen in PV-Anlagen**

**NABU.** [https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/energie/solarenergie/210505-nabu-bsw-kriterien\\_fuer\\_naturvertraegliche\\_solarparks.pdf](https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/energie/solarenergie/210505-nabu-bsw-kriterien_fuer_naturvertraegliche_solarparks.pdf)

**TH Bingen.** [https://www.th-bingen.de/fileadmin/projekte/Solarparks\\_Biodiversitaet/Leitfaden\\_Massnahmensteckbriefe.pdf](https://www.th-bingen.de/fileadmin/projekte/Solarparks_Biodiversitaet/Leitfaden_Massnahmensteckbriefe.pdf)

**BNE.** <https://www.bne-online.de/de/verband/gute-planung-pv/>

**EULE.** <https://eule-energiewende.de/> und <https://eule-energiewende.de/infothek/>  
„Evaluierungssystem für eine umweltfreundliche und landschaftsverträgliche Energiewende“

**Jagdverband S-H.** <https://ljev-sh.de/wp-content/uploads/Solarbroschuere-Landesjagdverband-Schleswig-Holstein.pdf>

**und in Bearbeitung: Veröffentlichung der Meta-Analyse der Biodiv-PV Literatur von 2013-2023 und er empfohlenen und wissenschaftlich belegten Maßnahmen, Gessert, Wydra Brunzel (Masterarbeit Gessert, FH Erfurt)**

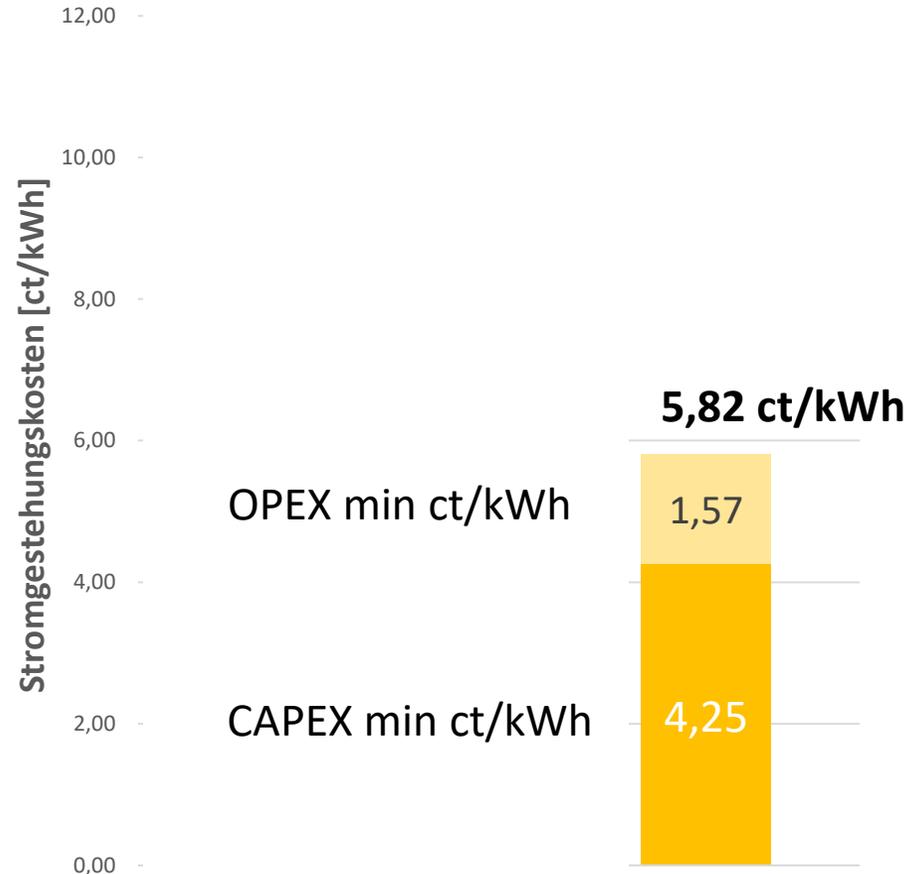
# DinSpec 91434 - landwirtschaftliche Nutzungsmöglichkeiten

## Kategorien I & II

Agri-PV-Systeme	Nutzung	Beispiele
<b>Kategorie I:</b> <b>Aufständiger mit lichter Höhe</b> <b>Bewirtschaftung <u>unter</u> der Agri-PV-Anlage</b> (Bild 1)	<b>1A:</b> Dauerkulturen und mehrjährige Kulturen	Obstbau, Beerenobstbau, Weinbau, Hopfen
	<b>1B:</b> Einjährige und überjährige Kulturen	Ackerkulturen, Gemüsekulturen, Wechselgrünland, Ackerfutter
	<b>1C:</b> Dauergrünland mit Schnittnutzung	Intensives Wirtschaftsgrünland, extensiv genutztes Grünland
	<b>1D:</b> Dauergrünland mit Weidenutzung	Dauerweide, Portionsweide (z. B. Rinder, Geflügel, Schafe, Schweine und Ziegen)
<b>Kategorie II:</b> <b>Bodennahe Aufständiger</b> <b>Bewirtschaftung <u>zwischen</u> den Agri-PV-</b> <b>Anlagenreihen</b> (Bild 3 und Bild 4)	<b>2A:</b> Dauerkulturen und mehrjährige Kulturen	Obstbau, Beerenobstbau, Weinbau, Hopfen
	<b>2B:</b> Einjährige und überjährige Kulturen	Ackerkulturen, Gemüsekulturen, Wechselgrünland, Ackerfutter
	<b>2C:</b> Dauergrünland mit Schnittnutzung	Intensives Wirtschaftsgrünland, Extensiv genutztes Grünland
	<b>2D:</b> Dauergrünland mit Weidenutzung	Dauerweide, Portionsweide (z. B. Rinder, Geflügel, Schafe, Schweine und Ziegen)

**Wirtschaftlichkeit**

# Stromgestehungskosten leicht aufgeständerter APV-Systeme unter Idealbedingungen\* [ct/kWh]



leicht aufgeständert

Vollmer, Wydra 2022

1 ha

Leistung: 700 kWp

**Investitionskosten: ca. 575.000 €/ha**

**Jährliche Betriebskosten: 12.000 €/a**

Stromertrag: 770 MWh/a

**1400 kWh/kWp im Jahr  
2023: € 700 /kWp**

Ohne Ertrag aus Anbaukultur

[https://solarinput.de/wp-content/uploads/2022/05/APV-Studie\\_19052022\\_Final.pdf](https://solarinput.de/wp-content/uploads/2022/05/APV-Studie_19052022_Final.pdf)

\* Netzanbindung ca. 2km, ohne Bewässerung, ohne Umzäunung, ohne Flächenpacht, ohne Reinigung, ohne Genehmigungskosten:  
Stromgestehungskosten: 5,82 ct/kWh

# Einnahmen

## Erlös

zB:

1400 kWh/kWp im Jahr

bei 700 kWp/ha

= 980.000 kWh/ha x a

1 Mio kWh/ha x a

x 6ct/kWh

= 60.000 Euro/ha pro Jahr

Eigenverbrauch:

x 25 ct/kWh

= 250.000 Euro/ha pro Jahr

**0,5 – 1,7 MWp / ha**

**ca. 1 GWh/ha x a**

**= 270-350 Haush.**

**„rentabel bei ‚aktuellen‘ Strompreisen“**

# Einnahmesituation der Landwirt\*innen

---

## (1) APV

**Flächenpacht APV: 3 500 – 4 000 - ...€ pro Jahr/ha.....**(Mais, Weizen.....1000-2500 €  
oder höher bei Obst, Spargel)

**Einspeisevergütung**

bei **Selbstinvestition: ca. 8Ct/KWh** (Einspeisung und APV-Bonus)

## (2) Neue Eco –Scheme-Regelungen:

**GLÖZ (guter landwirtschaftlicher und ökologischer Zustand):**

GLÖZ 8 - Stilllegung von 4 % Ackerfläche – für Biodiversität, Fläche bleibt lw. Nutzfläche

- Bis zu 10% kann stillgelegt werden:

4% = Pflicht, 5. % = 1 300 Euro, 6. % = 500 Euro, 7 -10. % = 300 Euro

GLÖZ 1 - Erhalt des Dauergrünlands

GLÖZ 2 - Schutz von Feuchtgebieten, GLÖZ 5: Bodenbearbeitung ....Erosion...

GLÖZ 6 - Keine kahlen Böden über Winter

## (3) Direktzahlungsprämie (GAP)