

Agri-Photovoltaik

Nutzen und Kosten

Jonas Böhm

Thünen-Institut für Betriebswirtschaft



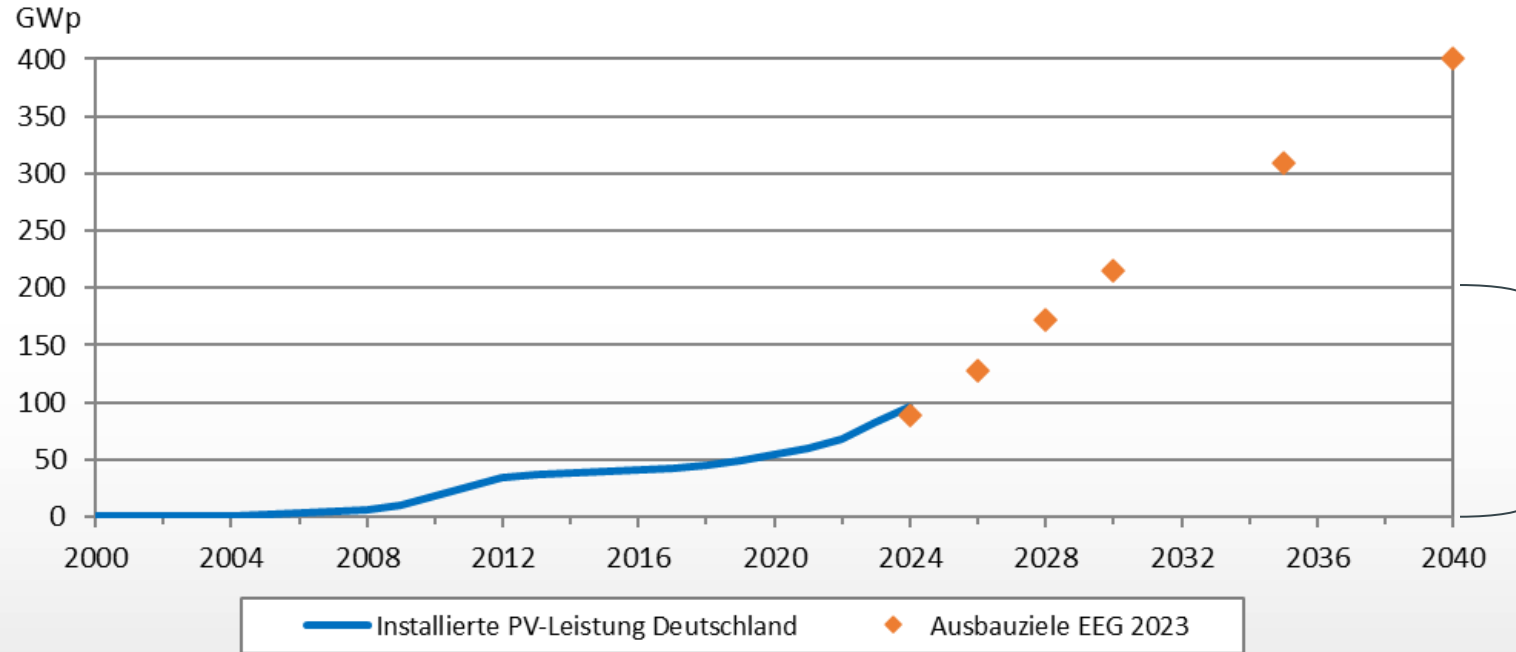
Batteriespeicher-Bedarf bis 2045

- 350 bis 600 GWh (Simulation Fraunhofer ISE von 2024)
- 282 bis 336 GWh (Netzentwicklungsplan von 2023)

280 GWh → 930 ha – 27.100 ha

600 GWh → 2.000 ha – 58.000 ha

Entwicklung der installierten PV-Leistung in Deutschland



© fabersam - picabay.com

Warum nicht alles auf der Dachfläche errichten?

- Skalierbarkeit der Installationskapazitäten
- Komplexität bei Dachflächen (Errichtung und Betrieb)
- Stromgestehungskosten



Dachanlagen: 6,3 €ct/kWh bis 14,4 €ct/kWh



Freiflächenanlagen: 4,1 €ct/kWh bis 6,9 €ct/kWh

Flächenbeanspruchung durch PV-Freiflächenanlagen

- **Fläche beansprucht von PV-Freiflächenanlagen (Ende 2024): 42.600 ha**
- **Vorherige Nutzung**
 - 45% landwirtschaftliche Flächen
→ ~0,2% der landwirtschaftlichen genutzten Fläche in Deutschland
 - 30% auf Konversionsflächen
 - 25% anderen Gebieten
- **Prognose: bis 2040: 150.000 ha bis 280.000 ha**
→ ca. 0,9 – 1,7 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche

Aktuelle Debatte

Umstrittener Solarpark



© Stephan Herbert Fuchs sind sauer. So haben sie sich die Energiewende nicht vorgestellt: (v. l.) Gernot Hofmann, Burkhard Hartmann, Ralf Sachs, Dittmar Alex und Dieter Hofmann.

Solaranlagen auf Ackerland - Pachtpreis 3000 Euro



© stock.adobe.com/timradoviccollection Verpächtern

Und es gibt noch einen Grund für steigende Pachtpreise: Die Konkurrenz der landwirtschaftlichen Flächennutzung mit der grünen Energie. Treiber ist hier das **Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)**, dass über 20 Jahre feste Abnahmepreise für Strom aus Biogasanlagen, Solarparks und **Windkraft** garantiert, sagt beispielsweise das Bundesinformationszentrum für Landwirtschaft (BZL) in einer Marktübersicht.

Solarparks auf fruchtbaren Äckern - Flächenfraß für die Umwelt?



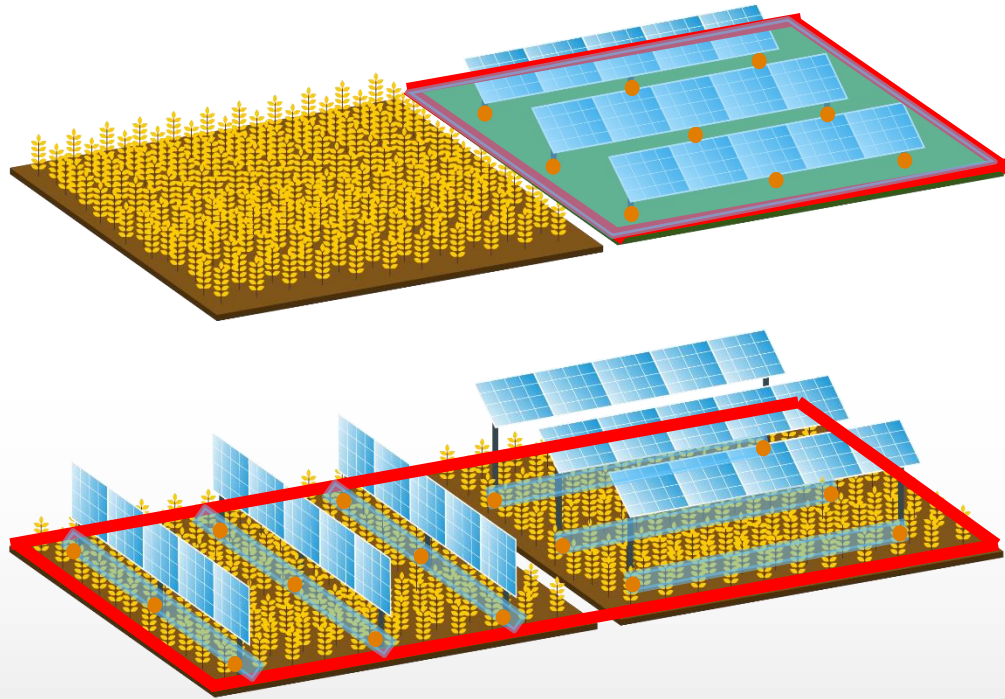
© stock.adobe.com/Michael v Aichinger Die Pachtpreise für Solarflächen sind bis zu zehnmals höher als für Ackerland. Dazu kommt: Diese hohen Einnahmen sprudeln mindestens 20 Jahre lang. Doch die Flächen verschwinden völlig aus der landwirtschaftlichen Produktion und fehlen für die Nahrungsmittelversorgung.

Vorstellung verschiedener Agri-PV Konzepte

1. **Vorstellung verschiedener Agri-PV Konzepte**
2. Was bringt Agri-PV?
3. Was kostet Agri-PV?



Was ist Agri-PV?



Anlagenfläche

Verlust an

**landwirtschaftlicher
Nutzfläche**

**Verlust an Fläche für
Vegetation**

Standard PV-Freiflächenanlage (PV-FFA)



Agri-PV vertikal (AV vertikal)



Agri-PV tracking (AV tracking)



Agri-PV 2,1m hoch (AV 2,1m)



Agri-PV >4m (AV >4m)



Agri-PV Apfel (AV Apfel)



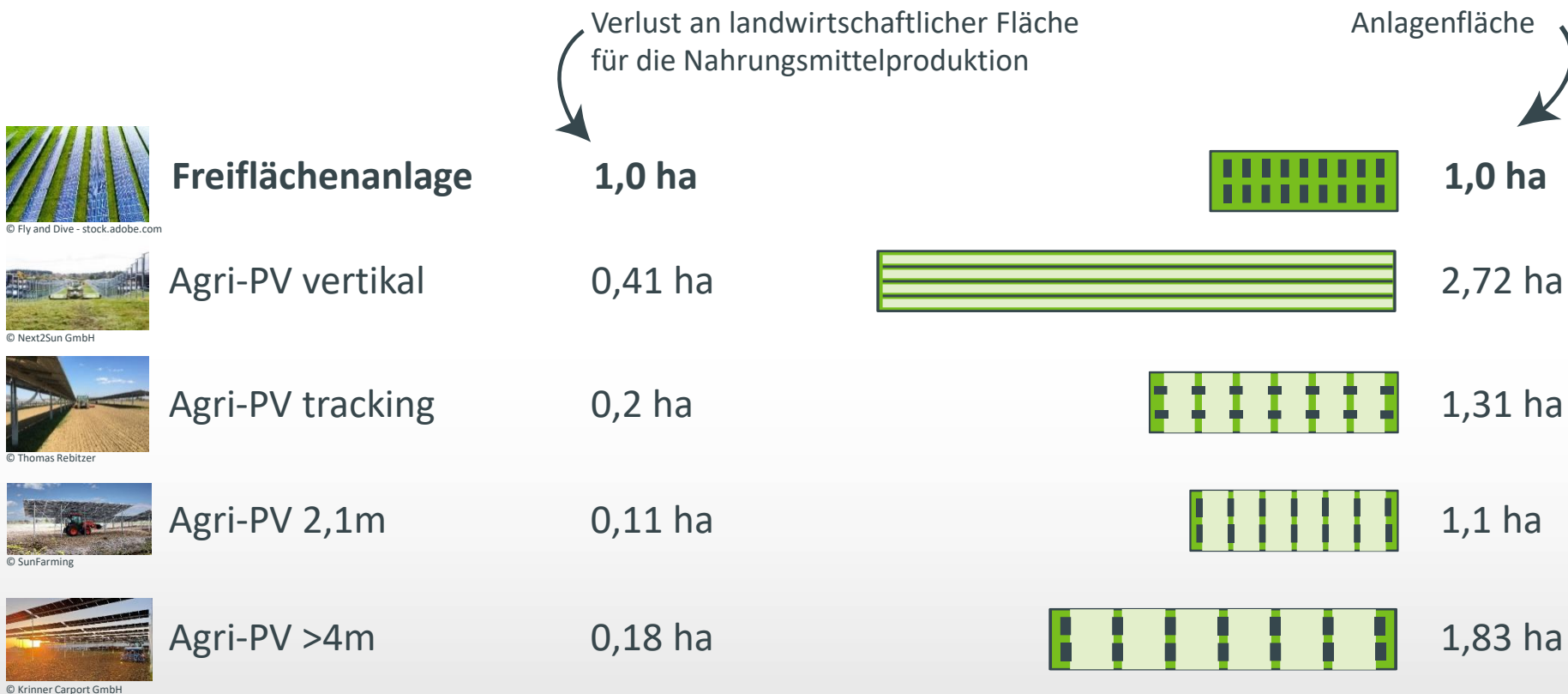
Was bringt Agri-PV?

1. Vorstellung verschiedener Agri-PV Konzepte
2. **Was bringt Agri-PV?**
3. Was kostet Agri-PV?



Fläche erhalten mit Agri-PV?

Flächenbedarf für gleichen Stromertrag pro Jahr



Synergien oder Ertragsreduktion?

- ✓ **Schutzwirkung vor Starkregen/Frost möglich**
- ✓ **Positive Auswirkungen auf Wasserhaushalt möglich**
- ✓ **Reduktion von Ertragsschwankungen möglich**

- **Ertragsreduktion je Kultur und Jahr ca. 20 % möglich**
- **Langsamere Arbeitsgeschwindigkeit**
- **Einschränkung der Arbeitsbreite**

Was kostet Agri-PV?

1. Vorstellung verschiedener Agri-PV Konzepte
2. Was bringt Agri-PV?
3. **Was kostet Agri-PV?**



Wirtschaftlichkeit verschiedener Konzepte

1.

Rentabilität
verschiedener
PV-Konzepte



2.

Rentabilität
Landwirtschaft
(Ackerbau, Grünland und
Apfelanbau)

Rentabilität bei
Kombination

3.



Was kostet die Flächeneinsparung mit Agri-PV?

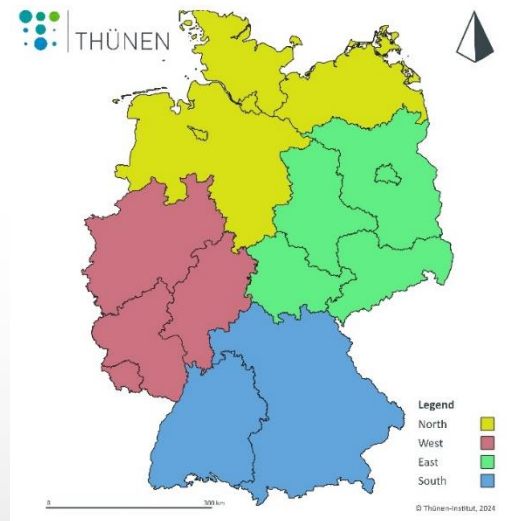
Fragen:

1. Stromgestehungskosten Agri-PV vs. PV-FFA?
2. Einfluss Landwirtschaft auf Rentabilität?
3. Gesellschaftlichen Kosten für Flächenerhalt?

Vorgehen:

1. Kalkulation „typischer Anlagen“
2. Grundrenten aus dem Testbetriebsnetz

Untersuchte Standorte und Anlagengrößen



Anlagengrößen [ha]

1

2

5

10

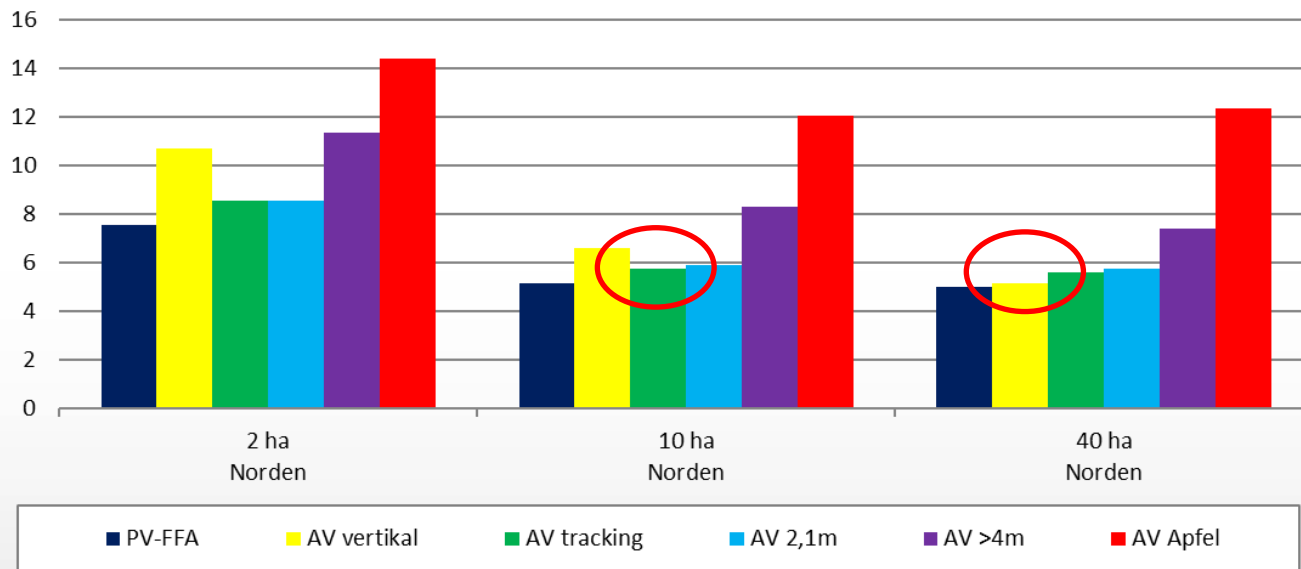
20

40

80

Ergebnisse: Stromgestehungskosten

Stromgestehungskosten
[€ct/kWh]



- **Starke Skaleneffekte vor allem in den ersten 10 ha**
- **AVtracking oder AVvertical am günstigsten**
- **Ackerbau:**
 - **~0,1 €ct/kWh**
- **Apfelanbau:**
 - **~0,6 €ct/kWh**

Ergebnisse: Kosten des Flächenerhaltes mit Agri-PV (*Agricultural Preservation Price*)

*Annahme:
Gleiche Stromerträge*



© Fly and Dive - stock.adobe.com

GM PV



© Thomas Rebitzer

AVtracking

Verlust an landwirtschaftlicher Fläche
für die Nahrungsmittelproduktion
1,0 ha

0,2 ha

Anlagenfläche



1,0 ha



1,31 ha

Stromgestehungskosten

GM PV: **5,13** €ct/kWh

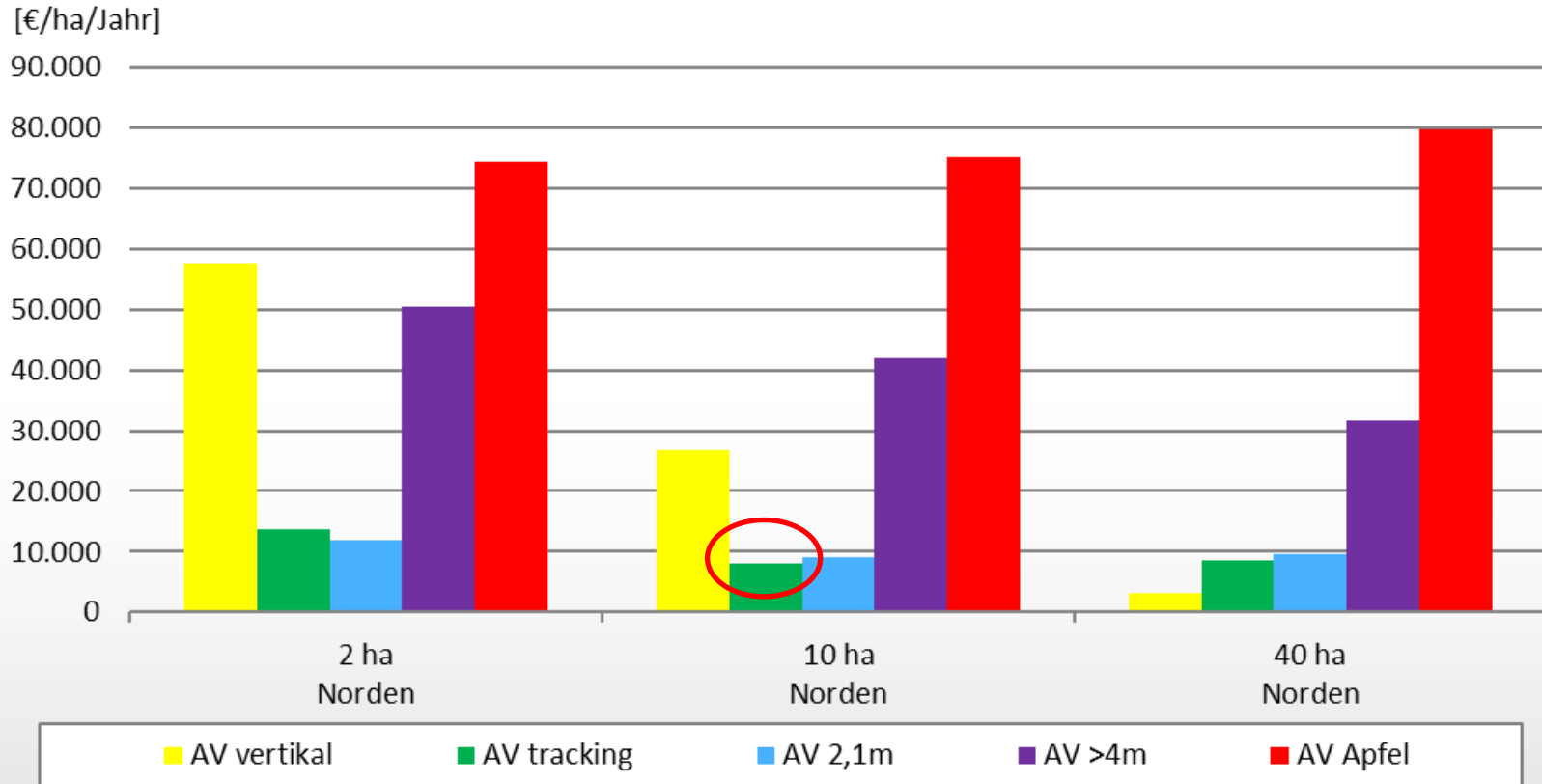
AV tracking: **5,73** €ct/kWh



8.072 €/ha/Jahr

**Kosten je Hektar eingesparter
Fläche**

Kosten je Hektar erhaltener landwirtschaftlicher Fläche



Fazit

- **Flächenbedarf für PV-FFA ca. 1-2% der landwirtschaftlichen Nutzfläche**
- **Agri-PV ist ein Baustein, um Landnutzungskonflikte verringern, ABER:**
 - Bereits PV-FFA sind im Vergleich zur Bioenergie sehr flächeneffizient
 - Agri-PV zum Teil (v.a. horizontale Systeme) noch vergleichsweise teuer
 - Moor-PV und Biodiv-PV sind alternative Konzepte mit doppeltem Flächennutzen
- **Landwirtschaftliche Produktion spielt für die Rentabilität der Anlagen quasi keine Rolle!**
- **Sehr starke Skaleneffekte:**
 - Anlagen < 10 ha i.d.R wirtschaftlich schwer darstellbar
- **Kosten für den Flächenerhalt übersteigen die landwirtschaftliche Rentabilität um ein Vielfaches**

Was ist uns der Erhalt eines Hektars landwirtschaftlicher Nutzfläche wert?

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Für Fragen stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung.

jonas.boehm@thuenen.de

www.thuenen.de

Thünen-Institut für Betriebswirtschaft



Literaturverzeichnis

- 50Hertz Transmission, Amprion, TenneT, TransnetBW (2023) Netzentwicklungsplan Strom 2037 mit Ausblick 2045, Version 2023: Zweiter Entwurf der Übertragungsnetzbetreiber, hg. v. Bundesnetzagentur (BNetzA), zu finden in <https://data.netzausbau.de/2037-2023/NEP/NEP_2037_2045_V2023_2_Entwurf_Teil1.pdf> [zitiert am 12.9.2023]
- BMWK [Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz] (2022) EEG 2023 Gesetzentwurf der Bundesregierung: Entwurf eines Gesetzes zu Sofortmaßnahmen für einen beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien und weiteren Maßnahmen im Stromsektor. Stand 06.04.2022, 322 p, zu finden in https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/04_EEG_2023.pdf
- Böhm J, Tietz A (2022) Abschätzung des zukünftigen Flächenbedarfs von Photovoltaik-Freiflächenanlagen. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 22 p, Thünen Working Paper 204, DOI:10.3220/WP1669630417000
- Böhm J, Witte T de, Michaud C (2022) Land use Prior to Installation of Ground-mounted Photovoltaic in Germany—GIS-analysis Based on MaStR and Basis-DLM. Z Energiewirtsch 46(2):147-156. doi: 10.1007/s12398-022-00325-4
- Böhm J (2023) Vergleich der Flächenenergieerträge verschiedener erneuerbarer Energien auf landwirtschaftlichen Flächen – für Strom, Wärme und Verkehr. Berichte über Landwirtschaft - Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft, Aktuelle Beiträge. doi: 10.12767/BUEL.V101I1.462
- Fuchs SH (2020) Umstrittener Solarpark. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, zu finden in <<https://www.wochenblatt-dlv.de/regionen/franken/umstrittener-solarpark-561542>> [zitiert am 26.11.2020]
- Kelm, T. (2024): Vortrag auf dem Fläche, Update 2023. Vortrag beim PV-Flächendaten-Stammtisch am 01.07.2024.
- statista (2022) Installierte Leistung (kumuliert) der Photovoltaikanlagen in Deutschland in den Jahren 2000 bis 2021, zu finden in <<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/13547/umfrage/leistung-durch-solarstrom-in-deutschland-seit-1990/>> [zitiert am 20.4.2022]
- Thelen, C, Nolte H, Kaiser M, Jürgens P, Müller P, Senkpiel C, Kost C (2024) Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem – Bundesländer im Transformationsprozess, hg. v. Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE (Fraunhofer ISE), 91 p, zu finden in <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/wege-zu-einem-klimaneutralen-energiesystem.html>
- Zinke O (2021a) Solarparks auf fruchtbaren Äckern – Flächenfraß für die Umwelt? agrarheute, zu finden in <<https://www.agrarheute.com/management/betriebsfuehrung/solarparks-fruchtbaren-aeckern-flaechenfrass-fuer-umwelt-578756>>
- Zinke O (2021b) Steigende Pachtpreise sorgen für viel Unruhe bei den Bauern. agrarheute, zu finden in <https://www.agrarheute.com/management/betriebsfuehrung/steigende-pachtpreise-sorgen-fuer-unruhe-bauern-579400>