

Agri-PV und Ackerbau

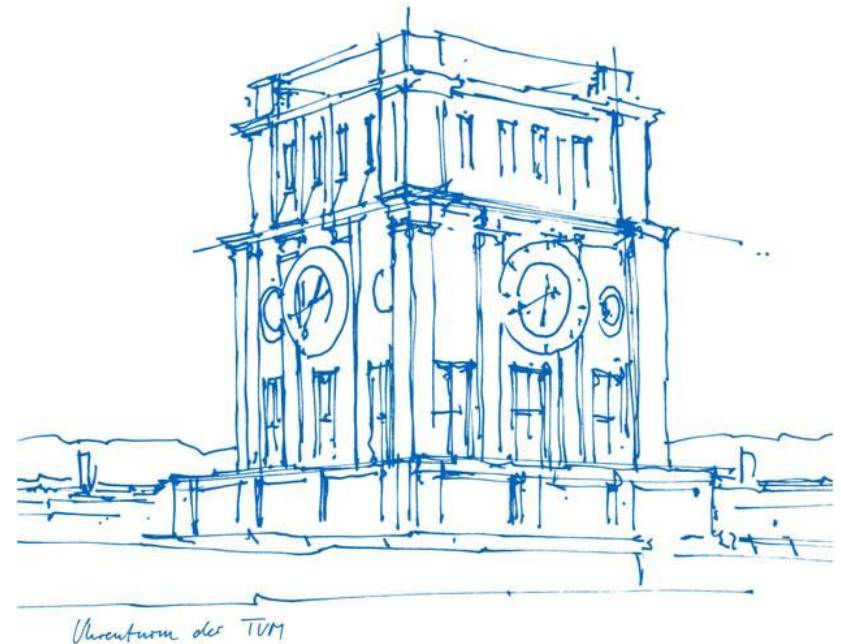
Johannes Apfelböck

Technische Universität München

TUM School of Life Science

Lehrstuhl für Agrar Systemtechnik

28. September 2026



Agenda



Warum Agri-PV?

→ Welche Anforderungen ergeben sich für die Bewirtschaftung?

Fallbeispiel Dürnast

→ Welche Herausforderungen zeigen sich im praktischen Betrieb?

Schlussfolgerungen

→ Welche Empfehlungen lassen sich für zukünftige Anlagen ableiten?

Warum Agri-PV im Ackerbau

- **Effizientere Flächennutzung:** Erzeugung von Nahrungsmitteln und Solarstrom auf derselben Fläche.
- **Klimaanpassung:** Schutz vor Hitze und Trockenheit, geringerer Wasserverbrauch.
- **Energiewende:** Mehr Solarstrom ohne Verlust wertvoller Ackerflächen.

Technische Anforderungen im landwirtschaftlichen Betrieb

Sicherheitsabstände: Vertikale Agri-PV-Systeme erfordern Sicherheitsabstände von 0,5 m, nachgeführte Systeme von etwa 0,75 m zur Modulreihe.

Maschinenführung: Die eingeschränkten Sichtverhältnisse bei Wendemanövern und Randarbeiten können insbesondere bei Ernte- und Pflanzenschutzmaschinen die betriebliche Umsetzung erschweren.

Technische Anforderungen im landwirtschaftlichen Betrieb

- **Anpassung an Arbeitsbreiten:** Eine hohe Praxistauglichkeit wird durch die Auslegung der Anlagengassen auf etablierte Maschinenbreiten erreicht.
- **Optimiertes Feldlayout:** Vorgewende und Wendeflächen sollten bereits in der Planungsphase berücksichtigt werden, um Rangieraufwand zu minimieren und die Flächeneffizienz zu erhöhen.

Einfluss der Anlagengeometrie auf die Bewirtschaftung

Die Anlagengeometrie definiert den verfügbaren Maschinenarbeitsraum und beeinflusst dadurch die Effizienz der Feldarbeiten

Hoch aufgeständert



Vertikale Reihen



Nachgeführt



Arbeitsraum unter den Modulen

Arbeitsraum zwischen den Reihen

Variabler Arbeitsraum

Quelle der Abbildungen: Bayerische Staatsgüter (BaySG), Projekt Agri-PV-Demonstrationsanlage Grub, <https://baysg.bayern.de/zentren/grub/372597/>

Agri-PV in Dürnast



Studienziel

- **Analyse betrieblicher Einflussgrößen:** Untersuchung der Auswirkungen von Modulhöhe, Stützenabstand und Reihenanordnung auf die Durchführung landwirtschaftlicher Feldarbeiten.
- **Bewertung der Arbeitseffizienz:** Quantifizierung von Kennwerten wie effektiver Flächenleistung, Maschinenauslastung, Wendezeiten und Überlappungsverlusten.
- **Ableitung praxisorientierter Handlungsempfehlungen:** Entwicklung von Gestaltungs- und Organisationsstrategien zur Verbesserung der betrieblichen Integration und Wirtschaftlichkeit von Agri-PV-Systemen.

Vertikale Module

Parameter

Gesamthöhe 3,5 m – 3,75 m

Bodenfreiheit 1,2 m

Mittenabstand 16 m

Anzahl Modulreihen 10



Tracker Module

Parameter

Höhe Tracker bis Modul (Waagerecht)	2,6 m
--	-------

Höhe Tracker maximale Neigung (60°):	4,6 m
---	-------

Mittenabstand	17 m
---------------	------

Anzahl Modulreihen	4
--------------------	---



Fruchtfolge im Agri-PV-System

Aktuelle Praxis

Sojabohne	Winterweizen	Sommergerste
-----------	--------------	--------------

- Fruchtfolge unter pflugloser Bewirtschaftung etabliert.
- Kein Maisanbau aufgrund der Höhenbeschränkung der Anlage.

Zielbild

Sojabohne	Winterweizen	Mais	Sommergerste
-----------	--------------	------	--------------

- Erweiterung der Fruchtfolge um Mais.
- Evaluierung geeigneter Zwergmaissorten für den Einsatz unter Agri-PV.

Praxiserfahrungen bei der Bewirtschaftung

Anlagengeometrie

- Ständerabstände für landwirtschaftliche Maschinen teilweise zu gering; zusätzlicher Abstand von ca. **1 m** wünschenswert.
- Vorgewendebereich mit **15 m** knapp dimensioniert und für Wendemanöver nur eingeschränkt geeignet.
- Hanglagen erschweren die Bewirtschaftung; ebene Flächen bieten deutliche Vorteile.
- Die Ausrichtung der Anlage sollte möglichst **lange Fahrgassen** ermöglichen, um Wendevorgänge zu minimieren.

Maschinenführung

- Präzise Lenksysteme sind für eine effiziente Bewirtschaftung nahezu unverzichtbar.
- Verbesserungspotenzial bei automatischen Lenksystemen und deren Integration in Agri-PV-Anlagen.

Praxiserfahrungen bei der Bewirtschaftung

Feldarbeit

- Pflügen in unmittelbarer Nähe der Modulreihen gestaltet sich schwierig.
- Bewuchs unter den Modulen verursacht zusätzlichen Pflegeaufwand und erhöht den Bedarf an spezieller Technik.
- Aktuell erfolgt die Düngung ausschließlich über Flüssigdünger; der Einsatz von Schleuderstreuern könnte eingeschränkt sein.
- Vorgewendebereich sehr knapp bemessen, vor allem für Erntemaschinen
- Eingerückte Geometrie der Reihen ist problematisch

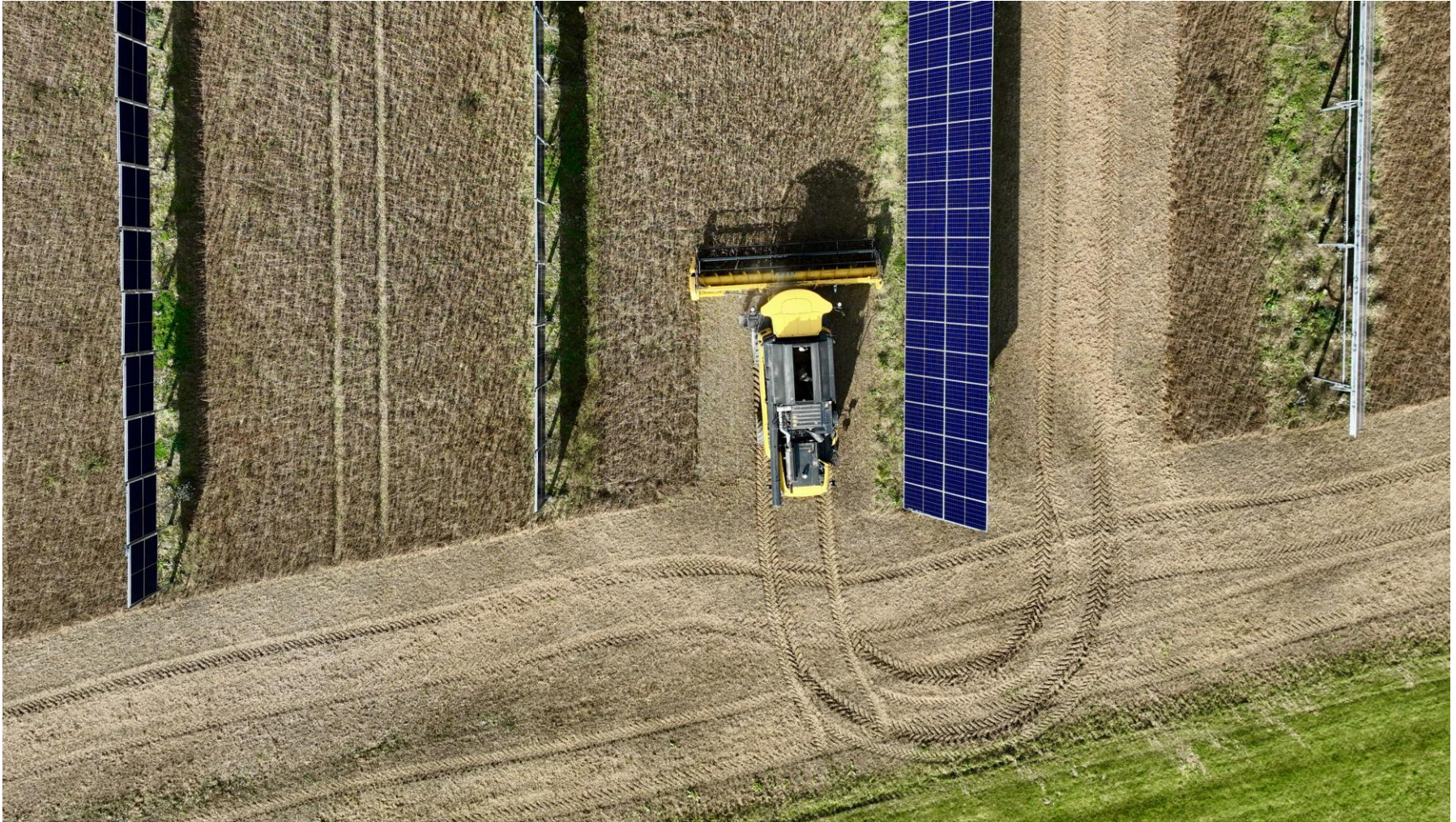
Herausforderungen bei der Bewirtschaftung



Herausforderungen bei der Bewirtschaftung



Herausforderungen bei der Bewirtschaftung



Herausforderungen bei der Bewirtschaftung



Fazit

- Agri-PV und Ackerbau sind vereinbar.
- Die größten Herausforderungen liegen nicht in der Kulturführung, sondern in der **Anlagegeometrie und Befahrbarkeit**.
- Bewirtschaftungsanforderungen müssen bereits in der Planungsphase berücksichtigt werden.
- Zukünftige Optimierungen betreffen Maschinenführung, Anlagenlayout und die Erweiterung der Fruchtfolge (z. B. Zwergmais).
- Eine wirtschaftliche Gesamtbewertung der Agri-PV-Bewirtschaftung liegt derzeit noch nicht vor.
- Aussagen zu den Effekten auf Pflanzenwachstum und Ertragsbildung sind Gegenstand laufender Untersuchungen.