

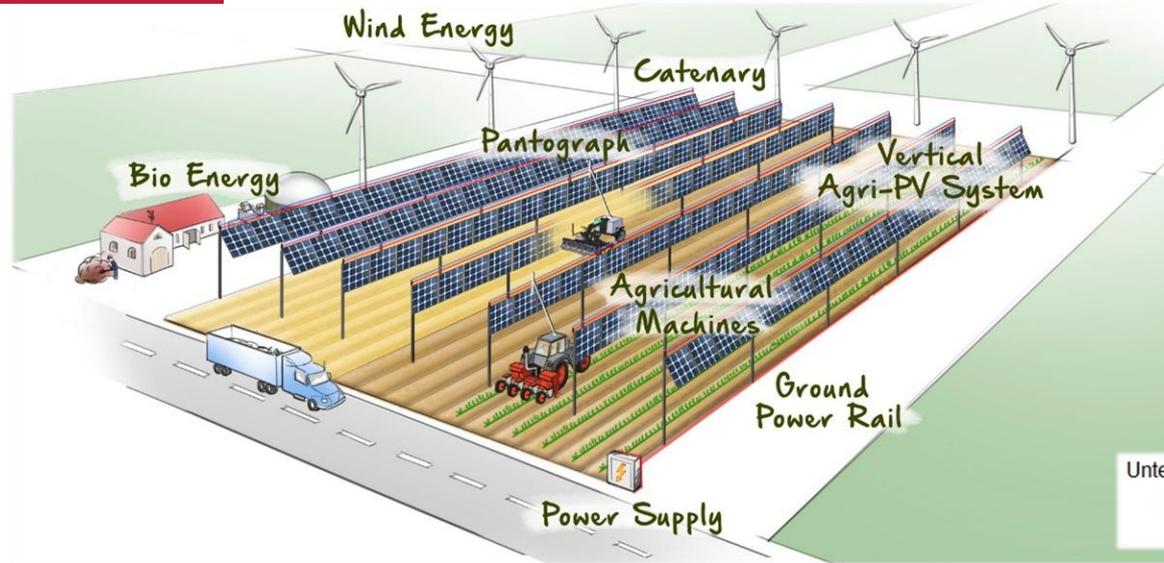


Technische
Universität
Braunschweig

ENERGY 4 AGRI



Braunschweig University of Art
Hochschule für Bildende Künste Braunschweig



Unterstützend:
 Landwirtschaftskammer
Niedersachsen

Forschungsprojekt Energy-4-Agri PV-Dialog: Agri-Photovoltaik

Lennart Buck, 08. Januar 2024

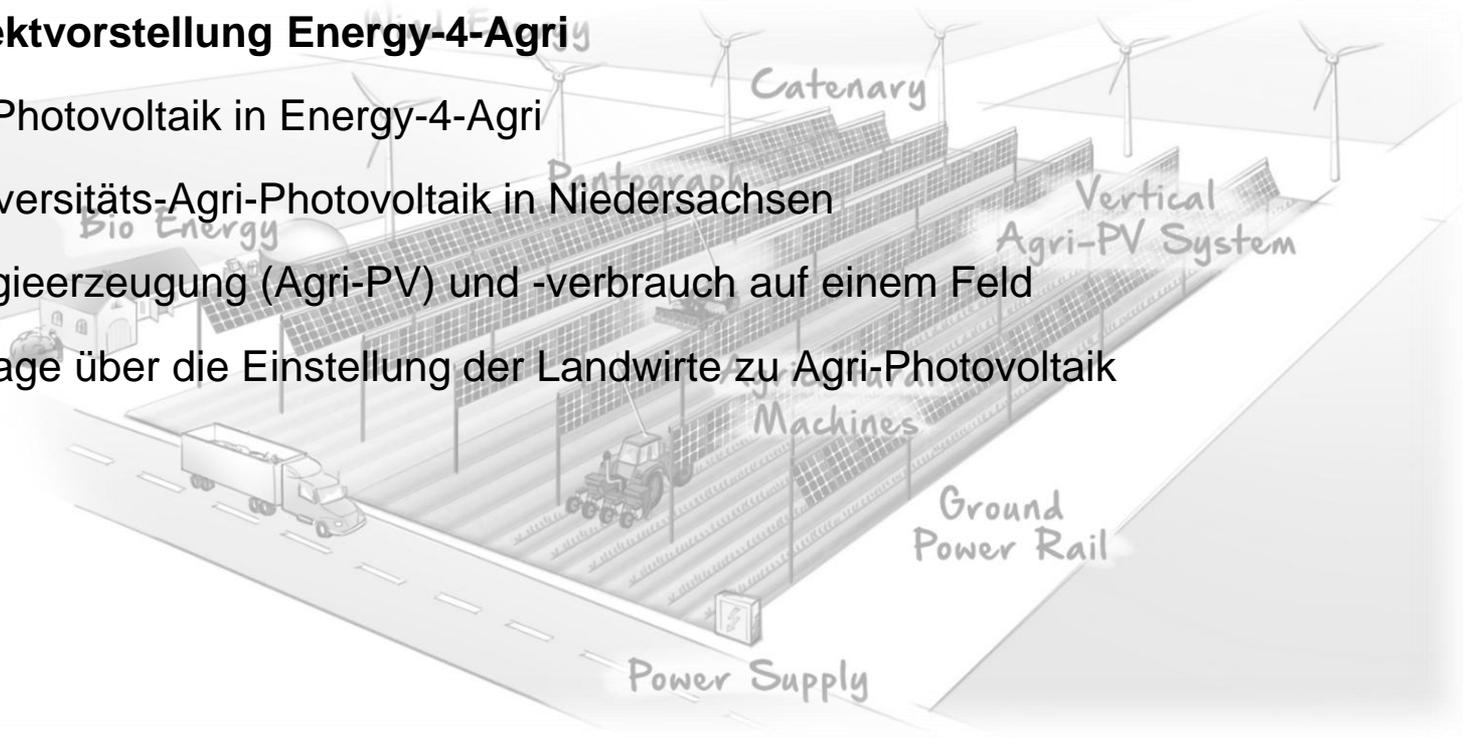
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Agenda

1. **Projektvorstellung Energy-4-Agri**
2. Agri-Photovoltaik in Energy-4-Agri
3. Biodiversitäts-Agri-Photovoltaik in Niedersachsen
4. Energieerzeugung (Agri-PV) und -verbrauch auf einem Feld
5. Umfrage über die Einstellung der Landwirte zu Agri-Photovoltaik
6. Fazit



Systemischer Forschungsansatz

Prozesstechnik in mobilen Maschinen

Antriebssysteme

Mobilhydraulik

Automatisierungs- & Robotersysteme

Verfahren & Systeme

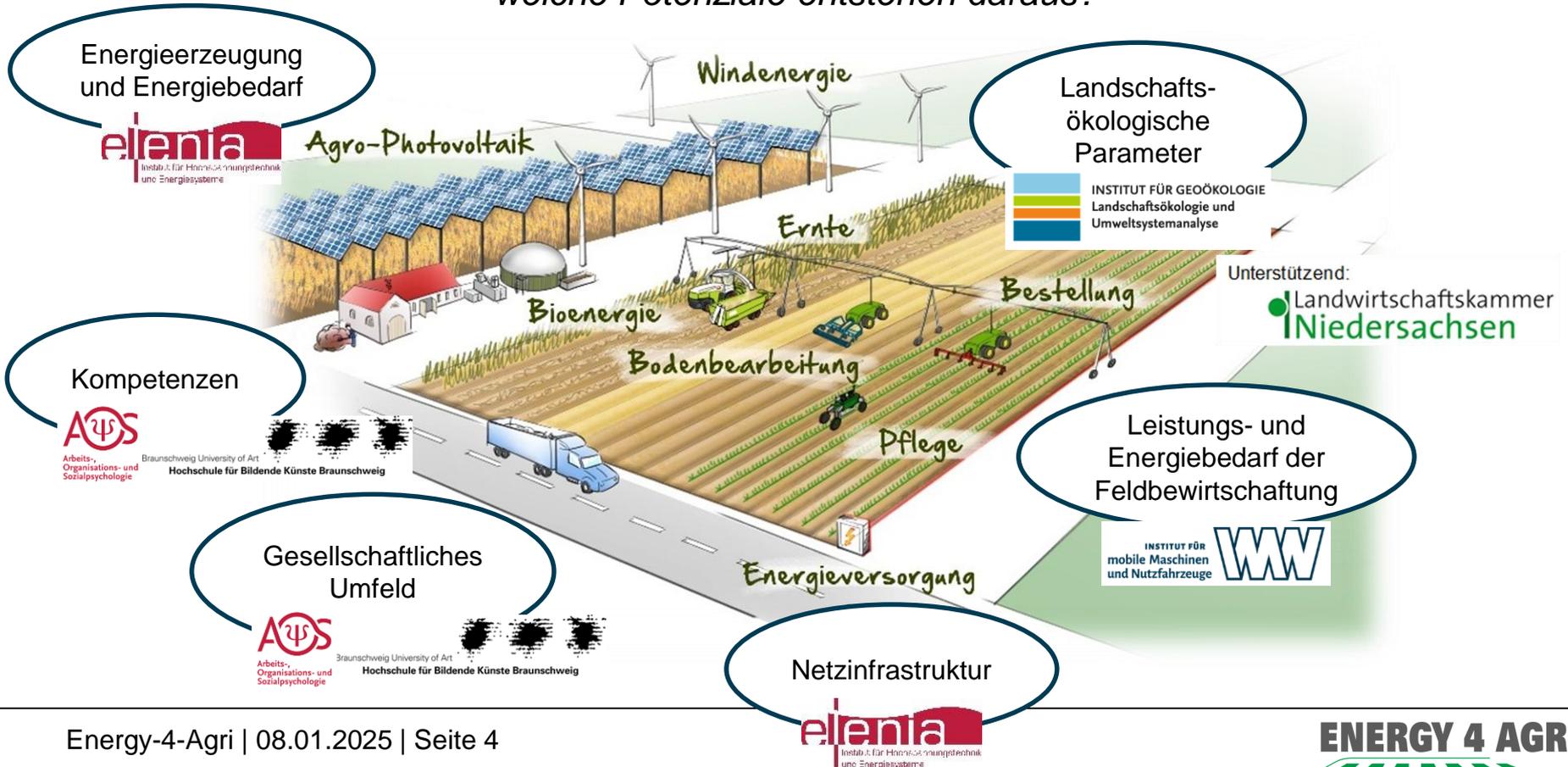
Analyse, Konzeption, Modellierung,
Simulation, Versuch

Ziel
Vorbereitung der
nächsten
Generation
mobiler Systeme



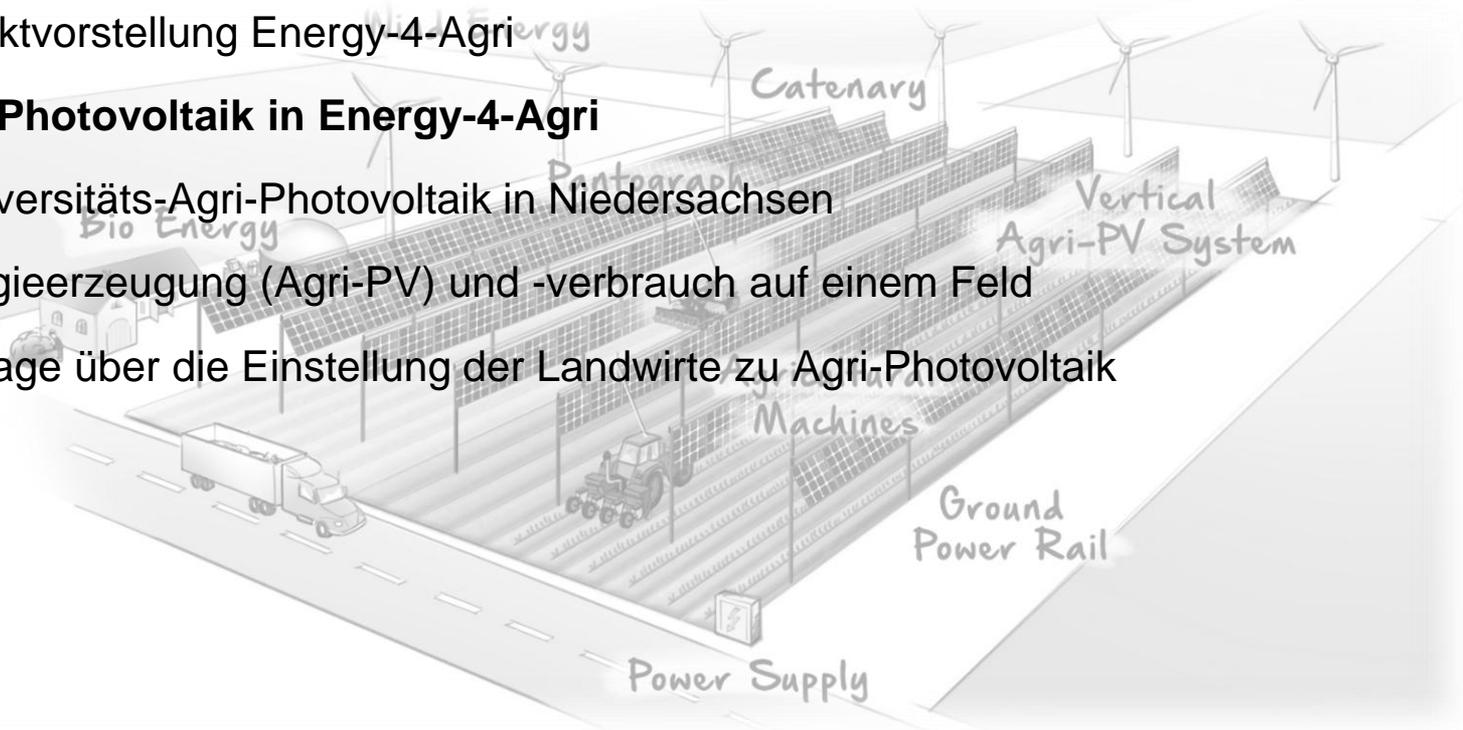
1) Projektvorstellung Energy-4-Agri

Wie könnte eine zukünftige Landwirtschaft mit elektrischen Antrieben aussehen und welche Potenziale entstehen daraus?



Agenda

1. Projektvorstellung Energy-4-Agri
2. **Agri-Photovoltaik in Energy-4-Agri**
3. Biodiversitäts-Agri-Photovoltaik in Niedersachsen
4. Energieerzeugung (Agri-PV) und -verbrauch auf einem Feld
5. Umfrage über die Einstellung der Landwirte zu Agri-Photovoltaik
6. Fazit



Agri-PV in Energy-4-Agri: Gemeinsame Veröffentlichung



Drawing transformation pathways for making use of joint effects of food and energy production with biodiversity agriphotovoltaics and electrified agricultural machinery

Motivation

- Landwirtschaftliche Flächen im Interessenkonflikt Nahrungsmittelproduktion vs. Energieerzeugung
- Steigerung Biotopvernetzung durch Agri-PV + Blühstreifen
- Kernthese: Durch Agri-PV Nahrungsmittelproduktion + Energieerzeugung + Biotopvernetzung

Journal of Environmental Management 335 (2023) 117530

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Environmental Management

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jenvman

Research article

Drawing transformation pathways for making use of joint effects of food and energy production with biodiversity agriphotovoltaics and electrified agricultural machinery

Anne-Kathrin Schneider^{a,*}, Felix Klabunde^b, Lennart Buck^c, Maren Ohlhoff^d, Larissa Reis^e, Madita Olvermann^f, Simone Kauffeld^g, Bernd Engel^h, Gerhard Glatzelⁱ, Boris Schröder^{j,k}, Ludger Frerichs^l

^a Technische Universität Braunschweig, Institute for Greenology, Langer Kamp 19a, 38106 Braunschweig, Germany
^b Technische Universität Braunschweig, Leibniz Institute for High Voltage Technology and Power Systems, Schleierstraße 23, 38106 Braunschweig, Germany
^c Technische Universität Braunschweig, Institute of Mobile Machines and Commercial Vehicles (IMV), Langer Kamp 19a, 38106 Braunschweig, Germany
^d Braunschweig University of Art, Institute for Design Research, Schleierstraße 1, 38118 Braunschweig, Germany
^e Technische Universität Braunschweig, Industrial/Organizational and Social Psychology, Spielmannstraße 19, 38106 Braunschweig, Germany
^f Berlin-Brandenburg Institute of Advanced Biodiversity Research, Berlin, Germany

ARTICLE INFO

Keywords:
AgriPV
Sustainable agriculture
Fooding
Interdisciplinary
Energy emission
Energy storage

ABSTRACT

The achievement of the Sustainable Development Goals is being pursued worldwide. While energy production and consumption are to be oriented towards renewable energies, ecologically and socially sustainable agriculture is also a target for science and society. Due to the expansion of renewable energies, agricultural land in particular is the focus of various interest groups, from food production to energy production. In this interdisciplinary study, we show the opportunities and limits of joint synergies from the nexus of food production, energy production, energy consumption, biodiversity protection and social acceptance of renewable energies in a scenario. Biodiversity agriphotovoltaics, i.e. agriphotovoltaics in combination with biodiversity protection measures, such as flower strips, can make a valuable contribution to promoting biotope connectivity in addition to significant energy production. We show this in a GIS-based regional assessment for Lower Saxony in northern Germany. This rough spatial assessment is followed by a modelling of energy production and consumption during the cultivation of a characteristic agricultural field in the loess region of Lower Saxony. Our focus here is on the possibilities of using cable electricity or battery storage for carrying out the cultivation. In an accompanying survey of farmers regarding the use of agriphotovoltaics, we collected and evaluated their prior knowledge, experiences, and attitudes towards this technology. Finally, we show which advantages agriphotovoltaics and electrified agricultural machinery can also have for the sustainable transformation of agriculture and which challenges exist for a truly sustainable use of these technologies.

1. Introduction

The status quo of today's agriculture in Europe is technically characterized by the use of heavy agricultural machinery. On the one hand, intensification of agriculture enabled food security. As a side effect, the use of pesticides and fertilizers to support plant growth increased. The use of ever more powerful and thus larger machines was followed by land consolidation and the cultivation of ever larger fields. On the other hand, this development led to a homogenization of agricultural landscapes through the loss of vegetation structures at the edges of fields. Tillage with heavy machinery and the use of pesticides and fertilizers negatively affected agricultural biodiversity (Emmerson et al., 2022), progressive soil degradation (McPhee et al., 2020; Parvin et al., 2022), and social acceptance (Zander et al., 2013). At EU level, the Green Deal

* Corresponding author.
E-mail addresses: anne-kathrin.schneider@tu-braunschweig.de (A.-K. Schneider), f.klabunde@tu-braunschweig.de (F. Klabunde), l.ohlhoff@tu-braunschweig.de (L. Ohlhoff), m.olvermann@tu-braunschweig.de (M. Olvermann), s.kauffeld@tu-braunschweig.de (S. Kauffeld), bernd.engel@tu-braunschweig.de (B. Engel), g.glatzel@bbb-bb.de (G. Glatzel), boris.schroeder@tu-braunschweig.de (B. Schröder), ludger.frerichs@tu-braunschweig.de (L. Frerichs).

<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117530>
Received 22 December 2022; Received in revised form 16 February 2023; Accepted 16 February 2023
Available online 24 February 2023
0950-4797/© 2023 The Authors. Published by Elsevier Ltd. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

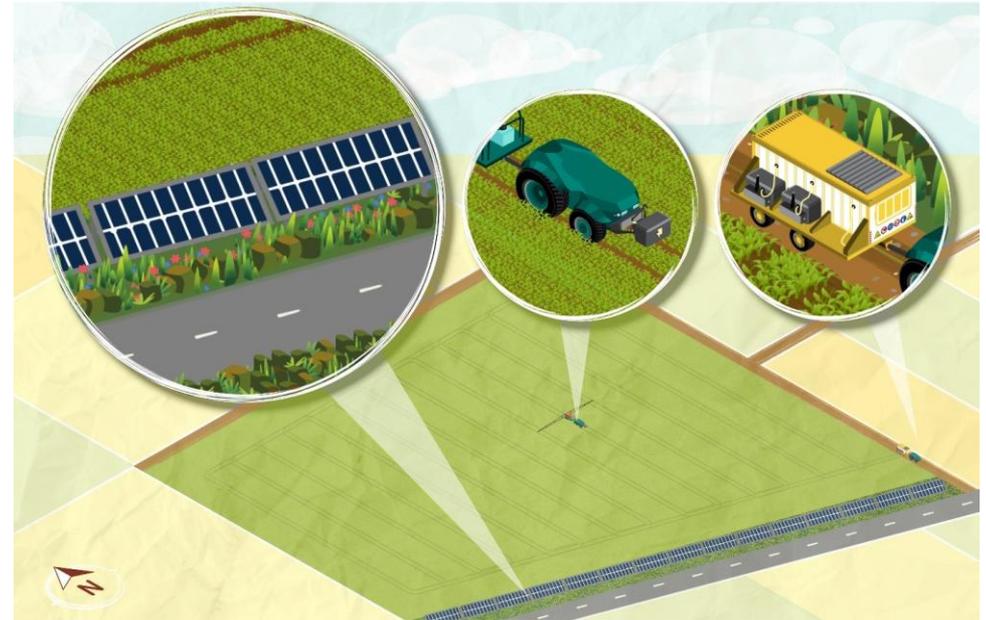
Agri-PV Veröffentlichung: Ziel und Methode



Synergien von Nahrungsmittelproduktion, Energieproduktion, Energieverbrauch, Biodiversitätsschutz und gesellschaftlicher Akzeptanz erneuerbarer Energien anhand von zwei Szenarien:

1) Biodiversitäts-Agri-PV in Niedersachsen

2) Energieerzeugung und -verbrauch auf einem Feld



Agenda

1. Projektvorstellung Energy-4-Agri
2. Agri-Photovoltaik in Energy-4-Agri
3. **Biodiversitäts-Agri-Photovoltaik in Niedersachsen**
4. Energieerzeugung (Agri-PV) und -verbrauch auf einem Feld
5. Umfrage über die Einstellung der Landwirte zu Agri-Photovoltaik
6. Fazit



3) Biodiversitäts-Agri-Photovoltaik in Niedersachsen

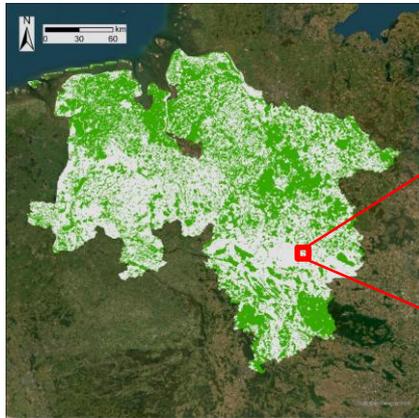


Potenzialanalyse von Biotopverbund und Energieproduktion

- Bewegung zwischen Lebensraumfeldern ist für Fortbestand von Arten unerlässlich
- 9 m breite Blühstreifen; Abstand von 144 m; zur Vernetzung der Landschaft
- Agri-PV-Anlagen direkt auf Blühstreifen

Ergebnis

- Theoretisches Potenzial von 78 GWp
- Der Biotopverbund wird auf intensiv genutzten Ackerflächen durch die Anlage von Blühstreifen erhöht

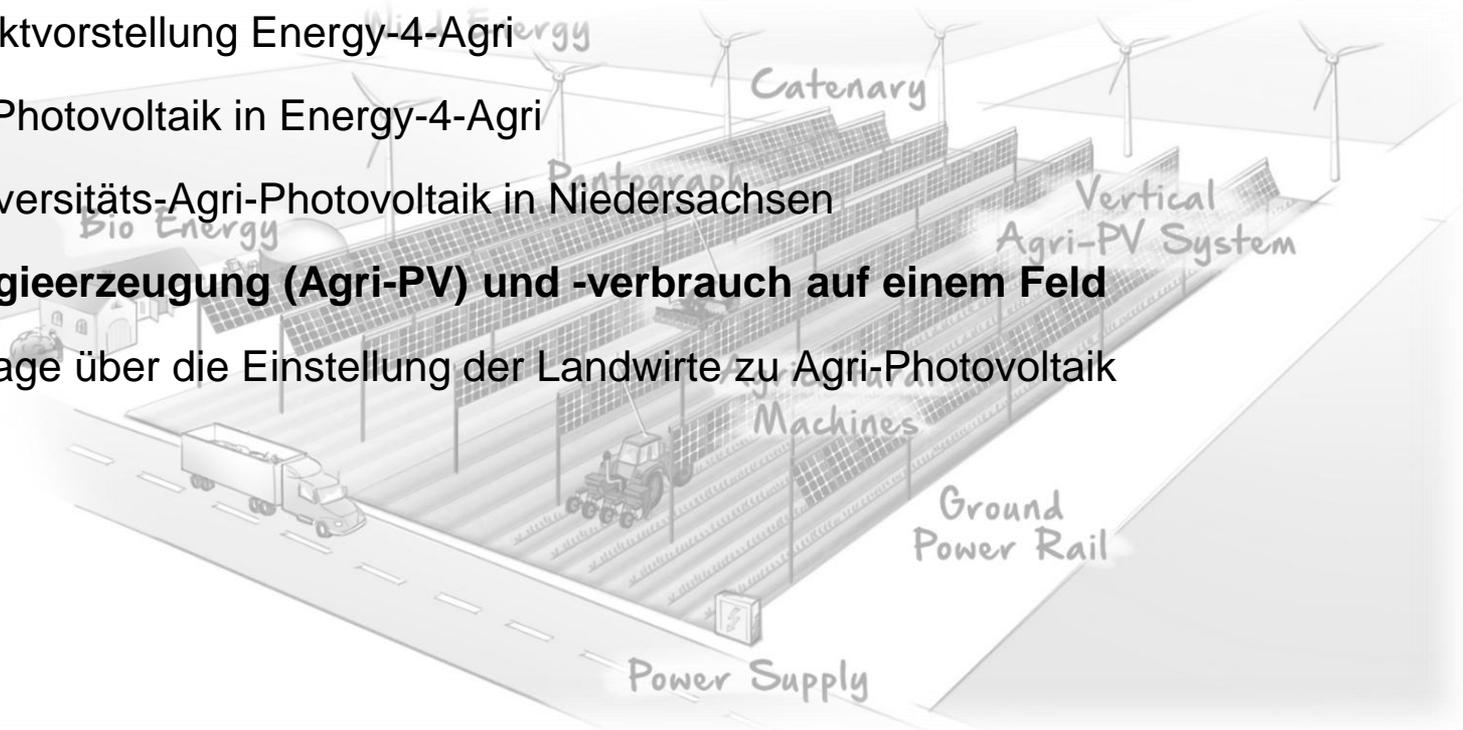


 Seminatürliche Flächen inkl. Grünland

 Biodiversitäts-Agriphotovoltaik

Agenda

1. Projektvorstellung Energy-4-Agri
2. Agri-Photovoltaik in Energy-4-Agri
3. Biodiversitäts-Agri-Photovoltaik in Niedersachsen
4. **Energieerzeugung (Agri-PV) und -verbrauch auf einem Feld**
5. Umfrage über die Einstellung der Landwirte zu Agri-Photovoltaik
6. Fazit



4) Energieerzeugung (Agri-PV) und -verbrauch auf einem Feld



Simulation der Energieerzeugung und des Energieverbrauchs von elektrischen Landmaschinen



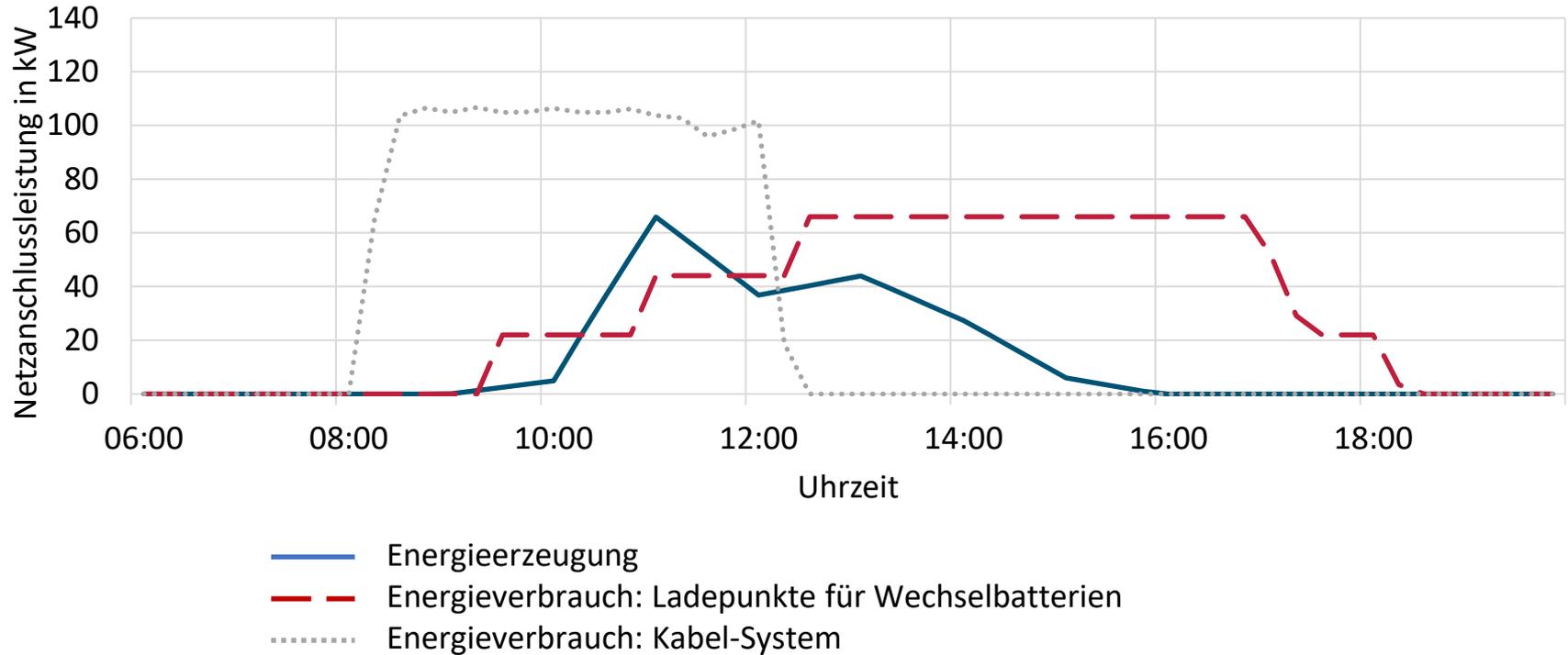
Prozesskette: Winterweizen

Drei Maschinenkonzepte:

- (1) Kabelgebundene Landmaschinen
- (2) Kabelgebundene Landmaschinen + mobiles Batteriespeichersystem
- (3) Landmaschinen mit austauschbarem Batteriespeichersystem

Agri-PV-Anlage: Oberfläche von 1236 m²; 740 Module, 200° Azimuth (Südwest), 35° geneigt

4) Energieerzeugung (Agri-PV) und -verbrauch auf einem Feld

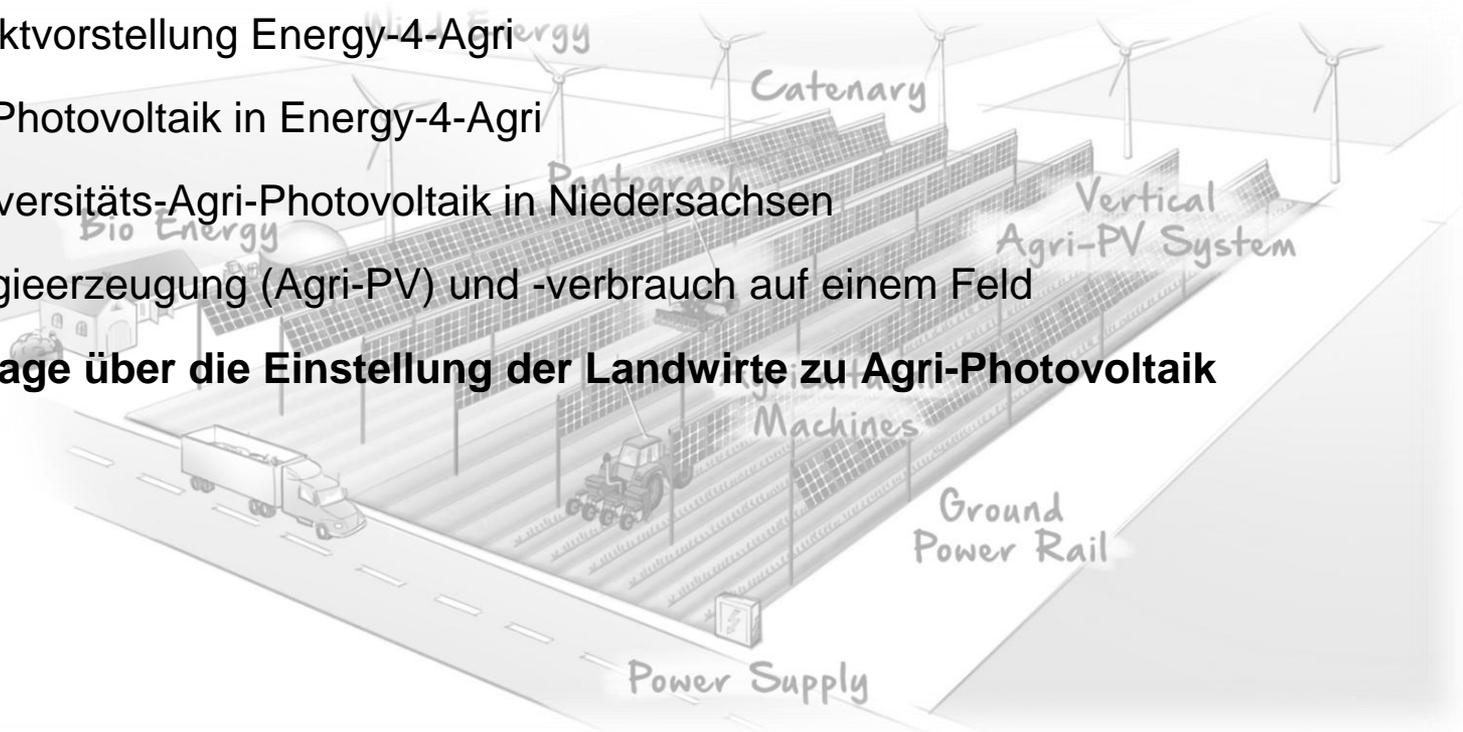


Ergebnis

- Batteriewechselkonzept ermöglicht potenziell hohe Einsatzzeiten der Landmaschinen

Agenda

1. Projektvorstellung Energy-4-Agri
2. Agri-Photovoltaik in Energy-4-Agri
3. Biodiversitäts-Agri-Photovoltaik in Niedersachsen
4. Energieerzeugung (Agri-PV) und -verbrauch auf einem Feld
5. **Umfrage über die Einstellung der Landwirte zu Agri-Photovoltaik**
6. Fazit



5) Umfrage über die Einstellung zu Agri-PV

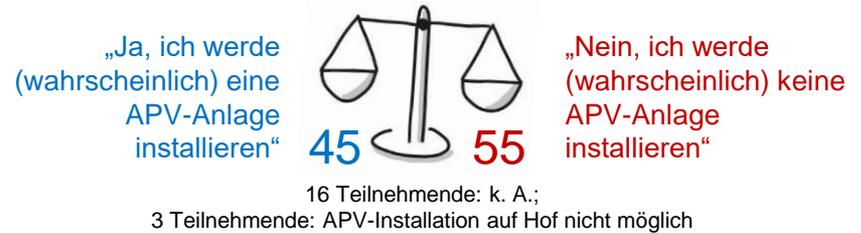


Umfrage Mai bis August 2022

Auswertung möglich für **116 Teilnehmende**

- 80 % männliche Teilnehmer, Ø 39 Jahre alt
- ¾ aus Niedersachsen (3 % Österreich/Schweiz)
- 3 Teilnehmer haben bereits APV installiert (76 % haben eine PV-Anlage)

1) Handlungsabsicht



- 2) Erwartungshaltung Energieautarkie
- 3) Absicht eine APV-Anlage zu installieren & hindernde oder fördernde Faktoren

5) Umfrage über die Einstellung zu Agri-PV



1) Handlungsabsicht

2) Erwartungshaltung Energieautarkie

Leicht signifikante Tendenz in Beziehung zwischen Erwartungshaltung und Handlungsabsicht: **Je höher der wahrgenommene Energieautarkievorteil durch APV, desto stärker ist die Absicht, eine APV-Anlage zu installieren.**

3) Absicht eine APV-Anlage zu installieren & hindernde oder fördernde Faktoren

1) Handlungsabsicht

2) Erwartungshaltung Energieautarkie

3) Absicht eine APV-Anlage zu installieren & hindernde oder fördernde Faktoren

„gleichzeitige Produktion von landwirtschaftlichen Erzeugnissen und Strom“

„Verlust von landwirtschaftlichen Flächen für die Nahrungsmittelproduktion ist zu groß im Vergleich zu möglichen Vorteilen der Energieproduktion“

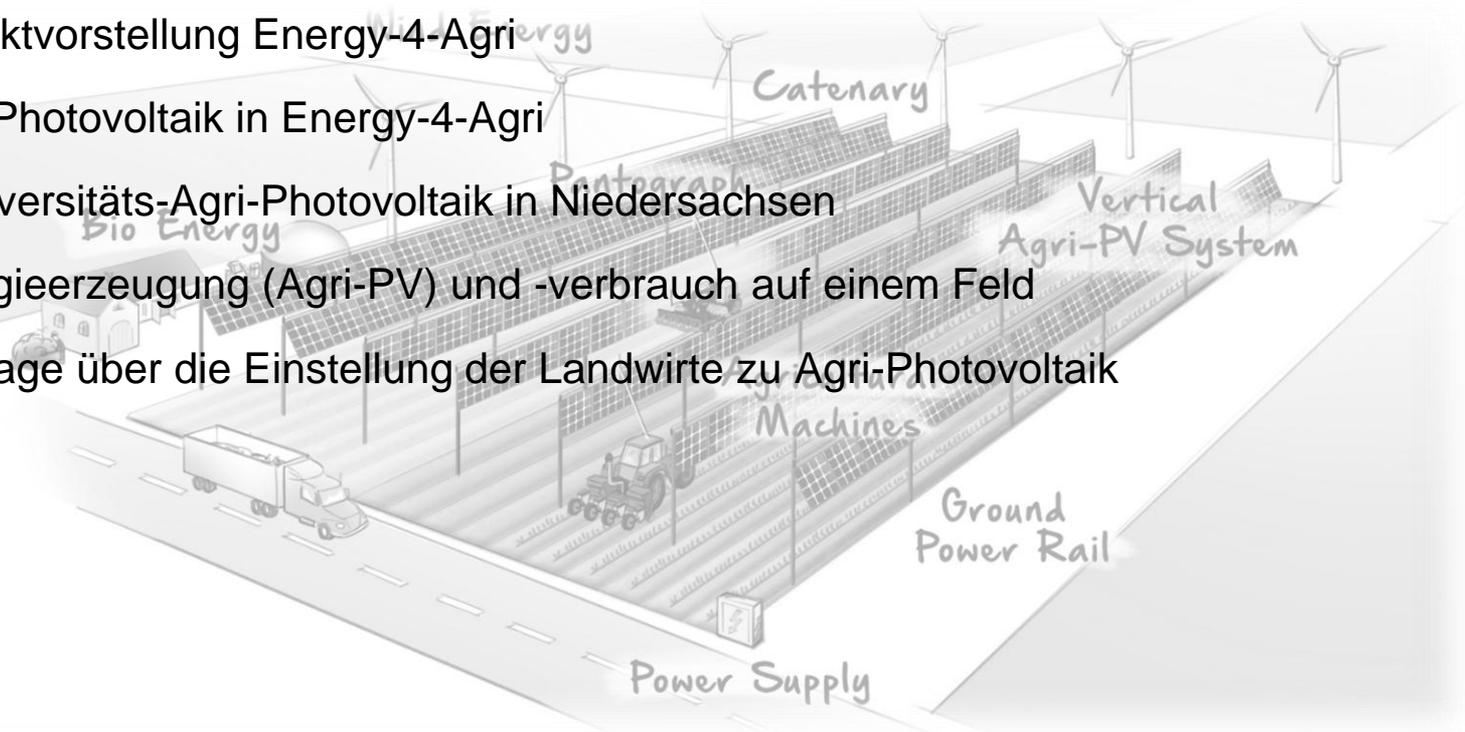


675 Argumente **pro** APV
(36 Teilnehmende)

610 Argumente **contra** APV
(39 Teilnehmende)

Agenda

1. Projektvorstellung Energy-4-Agri
2. Agri-Photovoltaik in Energy-4-Agri
3. Biodiversitäts-Agri-Photovoltaik in Niedersachsen
4. Energieerzeugung (Agri-PV) und -verbrauch auf einem Feld
5. Umfrage über die Einstellung der Landwirte zu Agri-Photovoltaik
6. **Fazit**

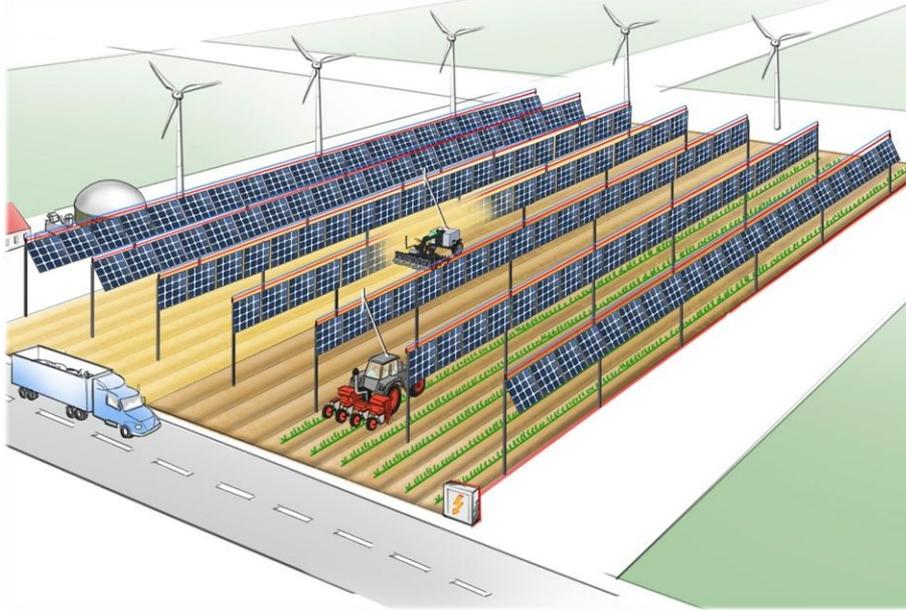




- Agri-PV ist wertvolle Ergänzung im Erneuerbare Energien-Ensemble
- Ausbau Batteriespeichersysteme wichtig
- Acker sollte Acker bleiben (Nahrungsmittelproduktion) in Kombination mit Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen (AUKMs)
- Wenige Agri-PV-Projekte auf Ackerflächen, um Effekte auf regionaler Ebene zu betrachten bzw. für alle Feldfrüchte, klimatische Regionen, Installationsmöglichkeiten

→ Reallabore und Begleitforschung auf Betrieben, die Agri-PV installieren notwendig

Herzlichen Dank!



Lennart Buck

Technische Universität Braunschweig
**Institut für mobile Maschinen und
Nutzfahrzeuge**

Langer Kamp 19a
38106 Braunschweig

Tel.: +49 531 391-2668

l.buck@tu-braunschweig.de
www.tu-braunschweig.de/imn