SolarInput e.V. • Gustav-Tauschek-Straße 2 • D-99099 Erfurt

Thüringer Aufbaubank
Frau Jasmin Koch
Gorkistraße 9
99084 Erfurt

SolarInput e.V.
Geschäftsstelle
Gustav-Tauschek-Straße 2
D-99099 Erfurt

Tel.: +49-(0) 15736700967
Fax: +49 (0) 361 – 600 85 109

j.happ@solarinput.de
www.solarinput.de

30.01.2025

Förderung der Zusammenarbeit in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft

(Teilmaßnahme A) – Tätigkeit von Operationellen Gruppen (OG) der Europäischen Innovationspartnerschaft (EIP) „Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit“

Abschlussbericht zum Vorhaben: **Agri-PVThue**

Ihr Zeichen	Unser Zeichen	Datum
	SI	16. Oktober 2024

Förderzeitraum: 01.08.2023 – 31.10.2024

Verfasser:in: Janina Happ, Leon Hoffmann, Hubert Aulich

Vorstand: Dr. Hubert Aulich (Vorsitzender) • Prof. Matthias Schirmer (Stellv. Vorsitzender) • Prof. Kerstin Wydra (Stellv. Vorsitzende) • Dr. Jonathan Plentz • Prof. Stefan Krischok • **Bankverbindung:** Sparkasse Mittelthüringen • **IBAN:** DE81 8205 1000 0301 0396 31 • **BIC:** HELADEF1WEM • **USt‑IdNr.:** DE 234243931 • **Vereinsregister Erfurt:** VR 162158

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung 3
2. Projektbeschreibung 6
3. Ergebnisse 9
4. Auswertung und Diskussion 10
5. Fazit 11
6. Literaturverzeichnis 12
7. Anhang 13

1. Einleitung

Das Projekt Agri-PVThue untersucht die Integration von Photovoltaik (PV) in bestehende landwirtschaftliche Flächen, ein Konzept, das als Agri-Photovoltaik (Agri-PV/ APV) bezeichnet wird. Im Rahmen dieses Ansatzes werden Solarmodule auf landwirtschaftlichen Flächen installiert, ohne dass diese für die Nahrungsmittelproduktion verloren gehen. Stattdessen wird der Boden entweder unter und/oder zwischen den Modulen weiterhin bewirtschaftet.

Agri-PV bietet eine vielversprechende Möglichkeit, die Energiewende voranzutreiben, ohne Konflikte mit der Nahrungsmittelproduktion zu verursachen. Durch die gleichzeitige Nutzung von Flächen für Energieerzeugung und Landwirtschaft können folgende Vorteile realisiert werden:

- **Produktion von erneuerbarer, sauberer Energie und landwirtschaftlichen Kulturpflanzen:** Agri-PV ermöglicht die Energieproduktion aus Sonnenlicht, und damit Unabhängigkeit von Importen, und Emissionsfreiheit, einerseits, und die Nutzung des Sonnenlichts zum Anbau von Pflanzen, oder auch zur Tierhaltung, andererseits.
- **Erhalt von Kulturlandschaft und Nahrungsmittelsicherheit:** Agri-PV trägt zur Erhaltung von Kulturlandschaften bei und gewährleistet gleichzeitig eine stabile Nahrungsmittelproduktion.
- **Förderung der Biodiversität:** Durch gezielte Gestaltung von Agri-PV-Anlagen, wie z.B. die Schaffung von Blühstreifen und Lebensräumen für Tiere, kann die Biodiversität gefördert werden.
- **Synergieeffekte:** Die Kombination von Landwirtschaft und Photovoltaik kann zu positiven Synergieeffekten führen, wie z.B. verbesserten Bodenbedingungen, verringerten Schäden durch Wetterextreme, und einem reduzierten Wasserbedarf.
- **Wirtschaftliche Vorteile für Landwirte:** Agri-PV bietet Landwirten die Möglichkeit, zusätzliche Einnahmen durch den Verkauf von Strom zu generieren und die Betriebskosten zu senken.
- **Stärkung der regionalen Wertschöpfung:** Durch die Förderung regionaler Energiegemeinschaften kann die Energieunabhängigkeit gestärkt und die lokale Wertschöpfung erhöht werden.

Ziel dieses Projekts ist es, das Potenzial von Agri-PV für die Region Thüringen zu evaluieren und konkrete Umsetzungsmöglichkeiten zu entwickeln. Im Rahmen des Agri-PVThue Konzeptes werden folgende Aspekte näher untersucht:

- **Fruchtfolge:** Analyse verschiedener Thüringer Ackerkulturen hinsichtlich ihrer Eignung unter Agri-PV (u. a. Schattentoleranz)
- **Technologische Machbarkeit:** Analyse verschiedener Agri-PV-Konzepte und ihrer Eignung für die regionalen Bedingungen.
- **Ökonomische Rentabilität:** Bewertung der wirtschaftlichen Aspekte von Agri-PV-Anlagen für Landwirt:innen und Investor:innen.

- **Ökologische Auswirkungen:** Untersuchung der Auswirkungen von Agri-PV auf die Biodiversität, den Boden und das Mikroklima.
- **Soziale Akzeptanz:** Analyse der Akzeptanz von Agri-PV bei Landwirt:innen, Bürger:innen und politischen Entscheidungsträger:innen.

Internationale und einige nationale Studien zeigen bereits, dass Agri-PV eine vielversprechende Strategie zur nachhaltigen Intensivierung der Landwirtschaft und zur Energiewende darstellt. Durch die Kombination von Solarmodulen und landwirtschaftlicher Nutzung können Erträge gesteigert, der Wasserverbrauch reduziert und die Bodenqualität verbessert werden. Darüber hinaus bietet Agri-PV die Möglichkeit, regionale Wertschöpfungsketten zu stärken und neue Einkommensmöglichkeiten für Landwirt:innen zu schaffen. (Vollmer, 2022; Wydra et al., 2022) Bereits die Ergebnisse der Studie *Potenzial der Agri-PV in Thüringen* (Wydra et al., 2022) unterstreichen das Potenzial von Agri-PV-Anlagen zur Stärkung der regionalen Wertschöpfung in Thüringen und zur Reduzierung der Abhängigkeit von Energieimporten. Erste Projekte zeigen außerdem, dass Agri-PV-Anlagen einen positiven Beitrag zur Biodiversität und zur Anpassung an den Klimawandel leisten können (Ludzuweit et al., 2024; *Agrisolar Handbook*, 2024). Wirtschaftlich gesehen können die zusätzlichen Einnahmen aus der Stromerzeugung die Rentabilität landwirtschaftlicher Betriebe erhöhen und zur Sicherung der Existenzgrundlage beitragen (Vollmer, 2022; Wydra et al., 2022).

Hintergrund des Projekts Agri-PVThue ist die dringende Notwendigkeit, zur Minderung des Klimawandels beizutragen und sich in der Landwirtschaft in Mittelthüringen an den Klimawandel anzupassen. Thüringen ist bereits jetzt stark von den Folgen des Klimawandels betroffen: Häufige Starkregenereignisse, langanhaltende Trockenperioden, Ernteausfälle und unregelmäßige Wetterextreme sowie Spätfröste belasten die Landwirtschaft und die Naturräume (TLUBN, 2020). Agri-PV bietet hier eine vielversprechende Lösung, um die Resilienz der Region zu stärken, die landwirtschaftliche Produktion zu sichern und gleichzeitig einen Beitrag zur Energiewende zu leisten.

Der Verein SolarInput e.V. hat es sich zur Aufgabe gemacht, innovative Lösungen für die Herausforderungen der Landwirtschaft zu stärken. Das F & E Projekt Agri-PVThue, welches mit einem Konsortium aus Expert:innen aus den Bereichen Landwirtschaft, Energie und Wissenschaft umgesetzt wurde, konzentriert sich insbesondere auf den Ackerbau mit typischen Thüringer Ackerkulturen. Die Zusammenarbeit mit lokalen Akteur:innen, wie dem Thüringer Landesamt für Landwirtschaft und ländlichen Raum (TLLLR), dem Thüringer Bauernverband, der Fachhochschule Erfurt etc., und Expert:innen der Solarbranche, wie der Enerparc AG und vielen weiteren, war und ist für den weiteren Erfolg des Vorhabens von entscheidender Bedeutung. Durch die Planung einer Demonstrationsanlage schaffen wir einen Raum für den Austausch von Wissen und Erfahrungen. Gemeinsam entwickeln wir innovative Lösungen für die Herausforderungen der Landwirtschaft im Kontext des Klimawandels. Agri-PV hat das Potenzial, nicht nur die Landwirtschaft zu transformieren, sondern auch neue Arbeitsplätze zu schaffen. Bereits im Obstbau konnte gezeigt werden, dass die Kombination von Solarmodulen und Pflanzenanbau ein großes Potenzial zur Steigerung der Resilienz und der Nachhaltigkeit bietet (Trommsdorff et al., 2023; Widmer et al., 2024).

Durch unsere Arbeit wollen wir diese Erfolge auch auf die Ackerwirtschaft übertragen, unter Berücksichtigung der gängigen, ackerwirtschaftlichen Praxis.

Aktuelle Veröffentlichungen, wie beispielsweise das *Agri-Photovoltaik: Chance für Landwirtschaft und Energiewende – Ein Leitfaden für Deutschland* (Trommsdorff et al., 2024) und das *Agrisolar Handbook* aus dem Jahr 2024, untermauern das Potenzial von Agri-PV-Systemen. Die Ergebnisse zeigen, dass unter geeigneten Bedingungen signifikante Verbesserungen in der Landwirtschaft erzielt werden können. So berichten verschiedene Studien von Ertragssteigerungen bis zu 60 % und eine Erhöhung der Wasserspeicherfähigkeit des Bodens um 20-30 % (Abb. 1). Darüber hinaus kann Agri-PV dazu beitragen, extreme Bodentemperaturen auszugleichen. Die vielversprechenden Ergebnisse eröffnen neue Perspektiven für die Landwirtschaft. Wir möchten diese Erkenntnisse nun nutzen, um die Technologie für den Einsatz im Ackerbau zu skalieren.

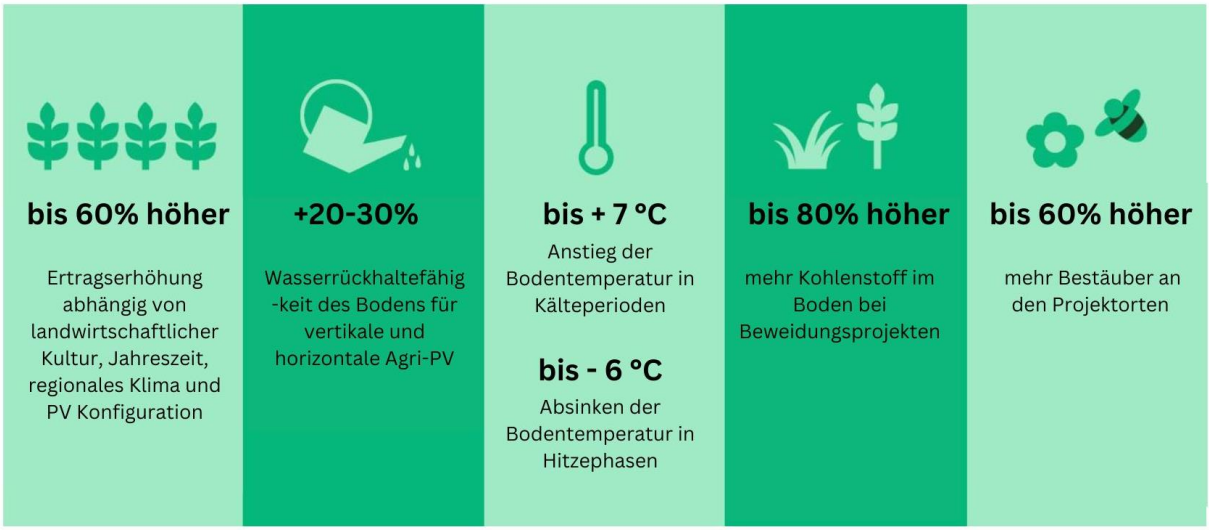

Abbildung 1 Vorteile von Agri-PV Projekten modifiziert nach SOLARPOWER EUROPE 2024

Während in Deutschland bereits zahlreiche kommerzielle Projekte zur Kombination von Tierhaltung und Photovoltaik existieren, konzentrieren sich Projekte im Pflanzenbau bislang oft auf kleinere Demonstrationsanlagen. Insbesondere großflächige Ackerflächen, wie sie in Thüringen typisch sind, werden seltener für Agri-PV-Anlagen genutzt. Mit dem Projekt *Agri-PVThue* wollen wir nachweisen, dass auch extensive Agrarflächen, wie in Thüringen üblich, für die großflächige Umsetzung von Agri-PV-Anlagen geeignet sind. Ziel ist es, eine erfolgreiche Zusammenarbeit zwischen Landwirtschaft, Energieunternehmen und Kommunen zu etablieren und so einen Beitrag zur Energiewende in Thüringen zu leisten.

Als Orientierung für die Planung und den Betrieb von Agri-PV-Anlagen dient die DIN SPEC 91434. Diese technische Spezifikation legt detaillierte Anforderungen an die landwirtschaftliche Hauptnutzung fest und stellt sicher, dass die ökologischen und wirtschaftlichen Potenziale von Agri-PV optimal genutzt werden.

Die meisten Synergien für die Landwirtschaft im Rahmen der Agri-PV ergeben sich durch hochaufgeständerte APV-Anlagen. Durch die erhöhte Montage der Solarmodule über den Anbauflächen entsteht ein optimaler Raum für die Doppelnutzung von Landwirtschaft und Energiewirtschaft. Zu den Vorteilen zählen die effiziente Nutzung der Fläche, Schutz der

Pflanze bei Extremwetterereignissen, höhere Energieerträge durch verminderte Verschattung der Module und ein potenziell verbessertes Mikroklima unter den Modulen, das das Pflanzenwachstum fördern kann (Kapitel 4, Anhang III). Dies und viele weitere Ergebnisse werden näher im angehängten Konzept zur Implementierung von Agri-PV in Thüringen erklärt (Anhang III).

Das *Agri-PVThue* Projekt hat erfolgreich die Förderziele der Thüringer Aufbaubank erfüllt, indem es eine enge Kooperation zwischen Akteuren aus Land- und Ernährungswirtschaft, Industrie und Wissenschaft ermöglichte. Durch diesen Zusammenschluss konnten wir die Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit landwirtschaftlicher Betriebe durch einen intensiven Wissens- und Technologietransfer nachhaltig stärken.

2. Projektbeschreibung

Das Projekt umfasste acht parallel ausgeführte Arbeitspakete. Ziel war es, umfassende Informationen für eine praxisnahe Konzeption einer Agri-PV-Anlage in Thüringen zu sammeln, wissenschaftliche Forschungsmaßnahmen zu planen und die Verbreitung von Wissen über Agri-PV zu fördern. Hierzu wurden gezielt Kommunen, Landwirt:innen, Umweltschützer:innen und regionale Politiker:innen angesprochen.

Im Folgenden werden alle beteiligten Projektpartner:innen genannt:

Tabelle 1: Projektpartner:innen im Projekt Agri-PVThue

Projektpartner	Abkürzung
SolarInput e.V.	SolarInput
Fachhochschule Erfurt	FH Erfurt
Thüringer Landesamt für Landwirtschaft und Ländlichen Raum	TLLLR
PHARMAPLANT Arznei- und Gewürzpflanzen Forschungs- und Saatzucht GmbH	Pharmaplant
Thüringer Bauernverband e.V.	TBV
Agrargenossenschaft Weißensee	AG Weißensee
Enerparc AG	Enerparc
TEAG Solar GmbH	TEAG Solar
AHP GmbH & Co. KG	AHP
Landschaftspflegeverband Mittelthüringen e.V.	LPV Mittelthüringen
Thüringer Energie und GreenTech Agentur	ThEGA

Alle Projektpartner:innen haben sich an einem oder mehreren Arbeitspaketen beteiligt und ihre Expertise, Zeit und Ressourcen zur Verfügung gestellt. Die erfolgreich ausgeführten Projektaktivitäten werden in der folgenden Tabelle aufgeführt:

Tabelle 2: Überblick über die einzelnen Arbeitspakete des Projekts, die darin enthaltenen ausgeführten Aktivitäten sowie die beteiligten Projektpartner.

Arbeitspakete	Ausgeführte Projektaktivitäten	Partner
1. Projektmanagement	**Projektmanagement & Organisation:** ▪ Projektmeetings o Kick-Off Meeting (Oktober 2023) o Auftakt Meeting (Februar 2024) o Konsortiumstreffen (Mai 2024) o Abschlusstreffen (Dezember 2024) ▪ Koordination zur Repräsentanz von Agri-PV bei Veranstaltungen (Aktionstag Nachhaltigkeit 2024, RENN.mitte Jahrestagung 2024, Nachhaltigkeitsforum 2024) ▪ Organisation von Agri-PV Online Workshop (Mai 2024) ▪ Betreuung von Website & Newsletter **Konzeption & Planung:** ▪ Konkretisierung der Projektfläche ▪ Vernetzung der Projektpartner:innen ▪ Projektcontrolling, Steuerung und Zeitarbeitsplan ▪ Zusammentragen der fachlichen Projektinformationen ▪ Konzepterstellung (Gesamtprojekt & Thüringen-spezifisch) ▪ Design von Öffentlichkeitsarbeit-Materialien **Umsetzung & Weiterentwicklung:** ▪ Besichtigungen von Agri-PV-Anlagen (Gelsdorf, Rathenow) ▪ Einarbeitung in Genehmigungs- und Zertifizierungsprozesse	SolarInput
2. Analyse Pflanzenkulturen, Fruchtfolge unter Solarmodulen	**Literaturrecherche und -auswertung:** ▪ Auswertung und Kategorisierung der Literatur zu Ackerkulturen unter Agri-PV **Pflanzenauswahl und -optimierung:** ▪ Optimierung von Pflanzenkulturen und PV-Systemen ▪ Auswahl konventioneller Ackerkulturen (TLLLR, FHE) o Bewertung von Schattentoleranz, Wasserhaushalt, Wetterschutz und Ertrag ▪ Berücksichtigung von Sonderkulturen (Pharmaplanten, FHE/FGK)	FH Erfurt TLLLR Pharmaplant TBV AG Weißensee
3. Analyse Agri-PV-Anlagetechnik	**Systemgestaltung und Optimierung:** ▪ Bewertung von Systemkomponenten ▪ Bewertung zur Entwicklung von Arbeitsbreiten unter Berücksichtigung der Größe landwirtschaftlicher Maschinen	SolarInput Enerparc AG Teag Solar

	▪ Festlegung des Anlagendesigns ▪ Optimierung für maximale Synergien ▪ Festlegung der Energieerträge **Netzanschluss und -integration:** ▪ Vorarbeiten zur Netzverträglichkeitsprüfung, zu Einspeisekonzept und Netzeinspeisung	
4. Wirtschaftlichkeitsanalyse APV-Pilotanlage	**Wirtschaftlichkeitsanalyse:** ▪ Bewertung landwirtschaftlicher und energetischer Erträge ▪ Bewertung der Wertschöpfungspotenziale ▪ Evaluierung von Investitionsbedarf und Betriebskosten ▪ Evaluierung von Verwertungspotenzial und Energienutzung **Demonstration und Pilotprojekt:** ▪ Mehrwert einer Demonstrationsanlage mit angepassten Durchfahrtsbreiten ▪ Erste Schritte in der Kommunikation mit einem möglichen Investor **Energiespeicherung:** ▪ Evaluierung von Speichermöglichkeiten ▪ Entscheidung gegen Speicherung aufgrund von Netzbedingungen	SolarInput Enerparc AG AHP TBV
5. Konzept für eine APV-Pilotanlage mit flankierenden F&E-Maßnahmen in Thüringen	**Planung und Vorbereitung:** ▪ Standortprüfung ▪ Umweltverträglichkeitsprüfung ▪ Finanzierungskonzept ▪ Wassermanagementkonzept **Konzeption und Umsetzung:** ▪ Versuchsplan und Monitoring ▪ Naturschutzkonzept (Biodiversität, Feldhamster) ▪ Wissenschaftliches Monitoringkonzept unter Betrachtung verschiedener Fördermöglichkeiten **Wissenschaftliche Grundlagen:** ▪ Gutachten zu Wassermanagement, Boden, Epigenetik, Sonderkulturen, Fruchtfolge	SolarInput Enerparc AG TLLLR Pharmaplant FH Erfurt TBV LPV Mittelthüringen
6. Geschäftsmodellentwicklung	**Beteiligung:** ▪ Landwirtschaftlicher Betrieb: Flächenbereitstellung und Bewirtschaftung ▪ PV-Investor/ Betreiber: PV-System-Bereitstellung und PV-System Betrieb, Pächter:innen der Agrarfläche (Energieunternehmen) **Genehmigungskonzept:** ▪ Untersuchung zur Zertifizierung	SolarInput Enerparc AG TBV
7. Akzeptanz und Partizipation	**Politische Ebene:** ▪ Anhörungsverfahren Thüringer Landtag	SolarInput Enerparc AG

	▪ Gemeinderatssitzung in Rohrbach (April 2024) ▪ Projektvorstellung vor Thüringer Bürgermeister:innen (November 2023) ▪ Repräsentanz von Agri-PV durch den TBV bei der Thüringer Agrarministerkonferenz (März 2024) **Wissenschaftliche Ebene:** ▪ Wissenstransfer Agri-PV durch FH Erfurt **Praktische Umsetzung:** ▪ Nachhaltigkeitsforum Oktober 2024 ▪ Gewinnbeteiligung der Gemeinde geplant	ThEGA
8. Kommunikation	**Nutzung verschiedener Kanäle zur Verteilung von Informationen zum Thema Agri-PV:** **Digitale Kanäle:** ▪ SolarInput Website ▪ LinkedIn-Auftritt ▪ Newsletter ▪ Online-Workshop Agri-PV (Link zum Video) ○ Ausführliche schriftliche Beantwortung der Publikumsfragen, sowie Bereitsstellung per E-Mail und auf der SolarInput Website (Link) ○ Power Point Folien (Link) **Veranstaltungen:** ▪ Aktionstag Nachhaltigkeit (Juni 2024) ▪ Thüringer Nachhaltigkeitsforum (Oktober 2024) **Printmedien:** ▪ Poster, Flyer, Handouts, Roll Up (Angang I) ▪ Veröffentlichung des Bauernverbandes zum Agri-PVThue Projektstart	SolarInput Enerparc AG TBV LPV Mittelthüringen ThEGA

Während der Projektlaufzeit haben zahlreiche Konsultationen mit den Partnerorganisationen stattgefunden (beispielsweise dem Landschaftspflegeverband Mittelthüringen e.V.). Während wiederholter Projekttreffen in unterschiedlichen Konstellationen wurde zu Themen wie naturschutzfachliche Mindestkriterien, Feldhamsterschutz, Monitoring und Messkonzept, Fruchtfolge, Anlagen-Design, landwirtschaftliche Maschinen und Arbeitsbreiten, Flächenverfügbarkeit und Flächenkriterien beraten. Die erzielten Ergebnisse sind detailliert im angehängten Konzept beschrieben (Anhang III).

Wichtige Fokusthemen wurden extensiv innerhalb des Projektes bearbeitet, wie beispielsweise Verschattung, Pflanzenauswahl und Erträge. Die unzuverlässige Datengrundlage aus Verschattungsanalysen machten jedoch die Notwendigkeit regionaler Ergebnisse unter Thüringer Bedingungen deutlich.

3. Ergebnisse

Die Arbeitspakete 1 – Projektmanagement, 7 - Akzeptanz und Partizipation und 8 – Kommunikation bildeten das Rückgrat des Projekts. Durch die umfassende Koordination aller

Aktivitäten konnten wir sicherstellen, dass alle Projektbestandteile reibungslos ineinandergriffen.

Zur Koordination und Umsetzung des Projektes gehörten unter anderem die Organisation von Netzwerktreffen, die Entwicklung von Kommunikationsmaterialien und die Veranstaltungsorganisation. Durch die gezielte Nutzung von Online-Kanälen, Fachpublikationen und Veranstaltungen konnte die Information über Agri-PV erfolgreich an eine breite Zielgruppe von Landwirt:innen, Politiker:innen und Investor:innen kommuniziert werden. Dies trug maßgeblich zur Sensibilisierung für das Potenzial dieser Technologie bei. Akzeptanz und Partizipation wurden unter anderem durch die aktive Einbindung politischer Entscheidungsträger:innen, wie bei Anhörungen im Thüringer Landtag und Gemeinderatssitzungen in Rohrbach, gefördert. Parallel dazu wurden wissenschaftliche Erkenntnisse durch die FH Erfurt in die Praxis übertragen und durch Veranstaltungen wie das Nachhaltigkeitsforum im Oktober 2024 eine breite Öffentlichkeit erreicht. Die geplante Gewinnbeteiligung der Gemeinde unterstreicht zudem die regionale Wertschöpfung. Die geleistete koordinative und administrative Arbeit war von entscheidender Bedeutung für den langfristigen Erfolg des Projekts.

Im Arbeitspaket 5 - Konzept für eine APV-Pilotanlage mit flankierenden F&E-Maßnahmen in Thüringen wurden die Ergebnisse aller vorherigen Arbeitspakete, mit Fokus auf landwirtschaftliche Praxis, Agri-PV Technik, Wirtschaftlichkeit und Regulationen zusammengeführt und in einem umfassenden Konzept für die Implementierung von Agri-PV-Anlagen in Thüringen zusammengefasst (Angang III). Dabei wurden die spezifischen Anforderungen der Landwirtschaft sowie die lokalen Gegebenheiten berücksichtigt. Das Konzept bietet eine solide Grundlage für die zukünftige Umsetzung von Agri-PV-Projekten in Thüringen.

4. Auswertung und Diskussion

Der Projektstart, ursprünglich für August 2023 vorgesehen, verzögerte sich aufgrund eines Aufschubs bei der Bewilligung von Fördermitteln. Die Zuwendung wurde schließlich am 29. Dezember 2023 bewilligt. Um die Projektziele trotz der Verzögerung zu erreichen, wurde die Gesamtlaufzeit um drei Monate verlängert. Ein Wechsel im Projektmanagement, bedingt durch Elternzeit, führte zu einer Anpassung der geplanten Aktivitäten. Insbesondere die Reisekosten konnten aufgrund der Einarbeitungsphase nicht vollständig ausgeschöpft werden. Ausgaben für Öffentlichkeitsarbeit blieben unter den ursprünglichen Erwartungen, da Designarbeiten intern realisiert wurden. Eine geplante Überarbeitung der Website musste aufgrund eines unvorhergesehenen Krankheitsfall des Dienstleisters verschoben werden. Raummieten fielen während des Projektzeitraums nicht an.

Für das Projekt war ursprünglich in Abstimmung mit dem Eigentümer TLLLR ein Areal von ca. 50 ha vorgesehen. Auf dieser Grundlage wurden die notwendigen Arbeitsschritte zur Realisierung des Konzeptes durchgeführt. Im Frühsommer 2024 zeichnete sich eine grundsätzliche Änderung des Nutzungskonzeptes für die ursprünglich vorgesehenen Flächen beim Eigentümer TLLLR ab. Diese Entwicklung machte eine veränderte Planung bezüglich der verfügbaren Fläche des Projektes erforderlich, da das zuvor identifizierte Areal für die Realisierung der Agri-PV nicht mehr zur Verfügung stand.

Um die Projektziele dennoch zu erreichen, wurden alternative Flächen des TLLLR eingehend analysiert. Eine bevorzugte Versuchsfläche konnte identifiziert werden. Aufgrund dieser veränderten Rahmenbedingungen wurde bewusst darauf verzichtet, sich auf eine spezifische Fläche zu fixieren. Stattdessen wurden die Flächenproblematiken und Einspeisebedingungen allgemeingültig betrachtet, um eine größtmögliche Übertragbarkeit des Konzepts (s. Anhang III) auf unterschiedliche Standorte in Thüringen zu gewährleisten. Vorarbeiten zur Flächenfindung und zur Arbeit innerhalb einer konkreten Fläche dienten als Grundlage für die Entwicklung allgemeingültiger Lösungsansätze, die in das Konzept eingeflossen sind.

Die bisher erarbeiteten Ergebnisse gelten in wesentlichen Teilen auch für mögliche Alternativflächen. Die Änderung der Fläche hat dazu geführt, dass detaillierte Planungen wie die Netzverträglichkeitsprüfung, die Entwicklung eines Einspeisekonzepts und die Ermittlung geeigneter Netzanschlusspunkte nicht durchgeführt werden konnten. Das finale Konzept ist daher allgemeiner gehalten und bietet einen Rahmen für eine breite Anwendbarkeit im ländlichen Raum Thüringens.

Die Ergebnisse des *Agri-PVThue*-Projekts reihen sich ein in die aktuellen Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet der Agri-Photovoltaik. Sie bestätigen internationale Trends und liefern gleichzeitig spezifische Erkenntnisse für den Thüringer Kontext. Die gewonnenen Daten können dazu beitragen, die politischen Rahmenbedingungen für Agri-PV in Thüringen zu optimieren und Förderprogramme gezielter auszurichten. Insbesondere im Hinblick auf die Energiewende und den Klimaschutz bieten die Ergebnisse wichtige Impulse für die weitere Entwicklung nachhaltiger Landnutzungskonzepte.

5. Fazit

Das *Agri-PVThue*-Projekt hat umfassende Einblicke in die praktische Umsetzung von Agri-Photovoltaik in Thüringen geliefert. Durch die enge Zusammenarbeit mit Landwirt:innen und Landwirten konnten spezifische Bedürfnisse und Herausforderungen identifiziert werden. Hierbei kristallisierten sich vor allem die Anforderungen an die Arbeitsgeräte, die geeigneten Kulturen sowie die Notwendigkeit von Investments in wissenschaftliches Monitoring heraus. Die Flächenfindung erwies sich als eine der größten Herausforderungen. Naturschutzfachliche Kriterien wie der Schutz von Feldhamstern, Vögeln und der allgemeinen Biodiversität mussten sorgfältig berücksichtigt werden, stellten aber im Fall der Agri-PV kein Problem dar. Zudem war die Verfügbarkeit von Flächen und die bestehenden Nutzungsrechte entscheidende Faktoren. Durch das Projekt konnte ein starkes Netzwerk zwischen Landwirt:innen, Wissenschaftler:innen, Unternehmen und politischen Entscheidungsträger:innen aufgebaut werden. Dieser Austausch war von zentraler Bedeutung für den Erfolg des Projekts und trug zur Stärkung des gesellschaftlichen Diskurses über Agri-PV bei. Darüber hinaus wurden die politischen Rahmenbedingungen für Agri-PV in Thüringen analysiert und Handlungsempfehlungen für eine gezieltere Förderung und Regulierung dieser Technologie entwickelt.

Insgesamt hat das *Agri-PVThue*-Projekt gezeigt, dass Agri-Photovoltaik in Thüringen ein großes Potenzial besitzt und auf Interesse vieler verschiedener Stakeholder stößt, um die Energiewende voranzutreiben und gleichzeitig die Landwirtschaft zu unterstützen. Die

Ergebnisse des Projekts liefern wichtige Erkenntnisse für die weitere Entwicklung und Verbreitung dieser Technologie.

In einem Folgeprojekt (*Agri-PVThue* – PraxisPlus) soll das erarbeitete Konzept umgesetzt werden und zusätzlich weitere Faktoren, wie beispielsweise das Wassermanagement und die Wasserrückhaltefähigkeit des Bodens, berücksichtigen. Dabei sollen nach Errichtung der im Konzept beschriebenen Agri-PV-Anlage durch einen Investor, extensive wissenschaftliche Monitoringarbeiten über einen Zeitraum von mindestens drei Jahren durchgeführt werden. Das wissenschaftliche Monitoring bezieht sich vor allem auf das Mikroklima, den Boden, die Wasserbedingungen, die Qualität und Quantität der landwirtschaftlichen Erträge, sowie epigenetische Faktoren.

Die erzielten Ergebnisse sollen durch eine Hochschule oder eine wissenschaftliche Institution evaluiert, ausgearbeitet und im Folgenden publiziert werden, um den maximalen Nutzen aus einer in Thüringen angesiedelten innovativen Agri-PV Anlage zu schöpfen.

6. Literaturverzeichnis

Ludzuweit, A. G., Paterson, J., Wydra, K., Pump, C., Müller, K., & Miller, Y. (2024). *Quantifying the Impact of Habitat-Enhancing Strategies on the Ecosystem Services in Agrivoltaic Systems a Case Study Focusing on North-Eastern Germany*. https://doi.org/10.2139/ssrn.4965801

Solarpower Europe 2024 (Hrsg.). (2024). *Agrisolar Handbook*.

TLUBN, T. L. für U., Bergbau und Naturschutz. (2020). *Zukünftiges Klima | Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz.*

Trommsdorff, M., Gruber, S., Keinath, T., Hopf, M., Herrmann, C., Schöneberg, S., Gudat, C., Torres Boggio, A., Gajewski, M., Högy, P., Zikeli, S., Ehmann, A., Weselek, A., Bodmer, U., Rösch, C., Ketzer, D., Weinberger, N., Schindele, T., & Vollprecht, J. (2024). *Agri-Photovoltaik: Chance für Landwirtschaft und Energiewende*. *3.*, 76.

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

Vollmer, V. L. (2022). *Agri-Photovoltaik aktueller Forschungs- und Technikstand, sowie fallspezifische Wirtschaftlichkeitsbetrachtung* [Masterthesis]. Fachhochschule Erfurt.

Widmer, J., Christ, B., Grenz, J., & Norgrove, L. (2024). Agrivoltaics, a promising new tool for electricity and food production: A systematic review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *192*, 114277. https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.114277

Wydra, K., Vollmer, V., Schmidt, S., Prichta, S., Kunze, R., & Aulich, H. (2022). *Potential der Agri-Photovoltaik in Thüringen*.

7. Anhang

I. ÖA Materialien

REGIONALER STROM VOM ACKER

SolarInput

In unserer umfassenden Potenzialstudie aus dem Jahr 2022 haben wir die Möglichkeiten von Agri-PV in Thüringen untersucht. Die Ergebnisse zeigen ein großes Potenzial für die Umsetzung von Agri-PV-Projekten in unserem Bundesland.

hier geht es zur Potentialstudie

PROJEKTE IN UNSERER REGION

Agri-PVThue:
Pilotanlage zur Demonstration der Kombination von Ackerwirtschaft und Energieerzeugung.

Beerenklima:
Klimawandelanpassung für Erdbeeren aus der Region mit Hilfe von Solarzellen.

© Ángel Medina - SolarInput e.V.
Bio-Obsthof Nachtwey

WERDE MITGLIED IM NETZWERK

www.solarinput.de

Janina Happ
Projektmanagement Agri-PV
+49 1573 6700967

Freistaat Thüringen
Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft

ELER
FörderInitiative Ländliche Entwicklung in Thüringen
Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raumes

Hier investiert Europa in die ländlichen Gebiete.

Abbildung 1 Handout 1/2

WAS IST AGRI-PV?

Agri-Photovoltaik (Agri-PV) kombiniert die Erzeugung von Solarstrom mit der Landwirtschaft. Durch die strategische Anordnung von Solarmodulen über Feldern wird ein optimales Zusammenspiel von Licht, Schatten, Wasser und Luftzirkulation angestrebt. Zusätzlich werden verlässliche Ernteerträge geliefert, der Schutz der Pflanze vor den Folgen des Klimawandels gefördert, und gleichzeitig sauberen Strom bereitstellt.

© Krinner Carport - Freißing

Die Vorteile im Überblick:

- **Höhere Erträge**: Durch die optimale Nutzung des Sonnenlichts und die Schaffung eines günstigen Mikroklimas können die Erträge in vielen Kulturen gesteigert werden.
- **Schutz vor extremen Wetterbedingungen**: Agri-PV-Anlagen bieten Schutz vor Frost, Hagel, Starkregen und Sonnenbrand.
- **Verbesserung der Bodenqualität**: Durch die Erhöhung der Bodenfeuchtigkeit können die Bodenbedingungen verbessert werden.
- **Förderung der Biodiversität**: Die Schattenbereiche unter den Solarmodulen schaffen wertvolle ökologische Nischen. Durch gezielte Maßnahmen wie die Schaffung von Kleinstrukturen bieten Agri-PV-Anlagen Lebensraum für eine Vielzahl von Insekten, Kleintieren und sogar Vögeln und unterstützen somit die Artenvielfalt in der Region.

© AgriPV-Solutions
Obsthof Bernhard - Kressbronn am Bodensee

Freistaat Thüringen – Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft

ELER – Förderinitiative Ländliche Entwicklung in Thüringen – Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raumes

Kooperationspartner: AG Weißensee, Thüringer Bauernverband, SolarInput e.V., Enerparc, TLLLR (assoziierter Partner)

Hier investiert Europa in die ländlichen Gebiete.

Abbildung 2 Handout 2/2

Unsere Schwerpunkte

Die Palette nachhaltiger Energielösungen gegen den Klimawandel ist breit gefächert. Innovative Entwicklungen finden täglich Einzug in unser Leben. Solarstrom im Wohnbereich ist nur ein Beispiel dafür. Um den Wandel aktiv mitzugestalten, fokussieren wir uns auf die Themen, die uns im Alltag am meisten berühren: Wasser, Ernährung, Gebäude und Energiespeicherung; stets mit Fokus auf die CO_2-Minderung. Als Schnittstelle zwischen Gesellschaft, Industrie und Wissenschaft fördern wir aktive Beteiligung und Austausch. Denn nur gemeinsam können wir die Herausforderungen der Energiewende meistern und eine nachhaltige Zukunft gestalten.

Sie engagieren sich im Bereich Photovoltaik, Solarthermie und Nachhaltigkeit und möchten etwas gemeinsam mit uns für das Erreichen des 1,5°C Klimazieles bewegen?

UNSERE ANSPRECHPARTNER:INNEN

Janina Happ
AGRI-PHOTOVOLTAIK
Tel.: +49 157 36700967
E-Mail: j.happ@solarinput.de

Phillip-Simon Keitel
GRÜNER WASSERSTOFF
Tel.: +49 160 8709122
E-Mail: p.keitel@solarinput.de

Dr. Hubert Aulich
VORSTANDSVORSITZENDER
Tel.: +49 172 7928935
E-Mail: h.aulich@solarinput.de

Besuchen Sie unsere Website für mehr Infos!

SolarInput

SolarEnergie weiterdenken

Für eine gemeinsame Energiewende & das Erreichen des 1,5°C Klimaziels

SolarInput

Im SolarInput e. V. bündeln Akteure aus Industrie, Forschung und Wissenschaft ihre Kompetenzen, um Maßnahmen zur CO_2-Reduktion voranzutreiben. Das Netzwerk-Management vom SolarInput übernimmt hauptsächlich Aktivitäten, die auf das Initiieren von Forschungs- und Entwicklungsprojekten mit unterschiedlichen Partnern fokussieren und die den Mitgliedern eine Kooperations- und Kommunikationsplattform in Form von Netzwerk- und Arbeitskreistreffen, Fachveranstaltungen und Messen bietet. SolarInput ist mit seinen langjährigen Erfahrungen und einer vielseitig aufgestellten Wissensbasis in folgenden Bereichen tätig:

- Integrierte Photovoltaik
- Dezentrale Energielösungen
- Teilhabe an der Energiewende
- Internationalisierung
- Klimawandelminderung & -anpassung

Grüner Wasserstoff

Wasserstoffquell- und Wertschöpfungsregion Main-Elbe-LINK

h2well Markthub

H2-Well entwickelt und implementiert mit regionalen Akteuren lokale Wertschöpfungsketten, die neben der grünen Wasserstofferzeugung und -nutzung auch die Verwendung von Abwärme und des bei der Elektrolyse entstehenden Sauerstoffs umfassen.

Ziel: Entwicklung und Umsetzung einer dezentralen, grünen Wasserstoffwirtschaft in der Region als Schlussstein für eine umfassende Energiewende.

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

wir! Wandel durch Innovation in der Region

Agri-Photovoltaik

"Strom vom Acker" (Agri-Photovoltaik) mit Fokus auf Ernteschutz ist ein wichtiger Schwerpunkt für uns. In Zusammenarbeit mit Landwirt:innen wird Solarstrom mit dem Anbau von Pflanzenkulturen verknüpft. Unter Mitwirkung von Prof. Dr. Kerstin Wydra werden erste Forschungs- und Demonstrationsprojekte in Thüringen umgesetzt, darunter "Agri-PVThue" und "BeerenKlima", sowie eine umfassende Potentialanalyse der Agri-PV in Thüringen. Darüber hinaus steht SolarInput im Dialog mit der Politik zur Unterstützung der Energiewende und dem Ausbau der Photovoltaik. Das Netzwerk bietet Beratung und Vernetzung von Agri-Photovoltaik-Interessierten mit regionalen Akteuren.

ELER Förderinitiative Ländliche Entwicklung in Thüringen
Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raumes

Freistaat Thüringen Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft

Abbildung 3 Flyer

Abbildung 4 Roll Up

II. Konzept: „Agri-PVThue“ Innovative Konzepte zum Schutz der Pflanzenkulturen bei gleichzeitiger Stromerzeugung auf Ackerflächen in Thüringen: Agri-Photovoltaik