

PVA-Sommerstorf am Silo

Landwirtschaftliches Nutzungskonzept

nach DIN SPEC 91434

Im folgendem wird ein Agri-PV Projekt („Projekt“) in der Gemeinde Grabowhöfe vorgestellt, bei welchem die auf Gewinn orientierte landwirtschaftliche Nutzung weiterhin vorrangig und dauerhaft ausgeübt wird und auf der Fläche eine nachrangige, zusätzliche Freiflächenphotovoltaiknutzung erfolgt (Agri PV). Die planerische Auslegung des Projektes folgt der DIN SPEC 91434 in Gänze und wird EEG 2023 konform entwickelt. Hierbei ist der vorhabenbezogene Bebauungsplan mit der Raumordnung in Mecklenburg-Vorpommern planungsrechtlich vereinbar.



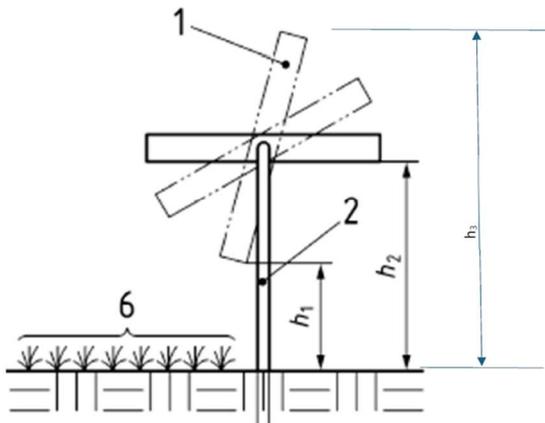
1. Allgemeine Betriebsinformationen

Name und Adresse des Unternehmens:	Herr Thilo v. Rogister-Frhr. v. Maltzan Alter Gutshof 7 17194 Grabowhöfe-Sophienhof
Name und Adresse der Kontaktperson:	Herr Thilo v. Rogister-Frhr. v. Maltzan

Der landwirtschaftliche Unternehmer ist Eigentümer einer Teilflächen und betreibt einen Ackerbau- und Futterbaubetrieb mit einer Betriebsgröße von rund 2.000 ha.

2. Informationen zur Agri-PV-Anlage

Name und Adresse des Besitzers der Grundstücke:	Herr Thilo v. Rogister-Frhr. v. Maltzan - FS 12/2 Karl-Hermann Harders - FS 13/2
Name und Adresse des Betreibers der PV-Anlage:	GME clean power AG, Hauptstraße 1, 82008 Unterhaching
Kategorie der Agri-PV-Anlage:	2B (bodennahe Aufständigung, Einjährige und überjährige Kulturen)
Lichte Höhe der Agri-PV-Anlage (5.2.2):	h ₂ =mind. 2,10m
Spezifische PV-Leistung in (kWp DC):	33.150



$$h_1 = \text{mind. } 0,50\text{m}$$

$$h_2 = \text{mind. } 2,10\text{m}$$

$$h_3 = \text{ca. } 4,47\text{m}$$

Informationen zur Gesamtprojektfläche:

Die Projektfläche befindet sich in der Gemarkung Grabowhöfe, Flur 5, Flurstück 12/2 und 13/2 und hat eine Gesamtfläche von rund 36,1 ha. Ein Teil des Flurstückes 12/2 wird zum Bau eines Umspannwerkes ausgegliedert. Somit ergibt sich eine Gesamtprojektfläche von 35,8 ha.

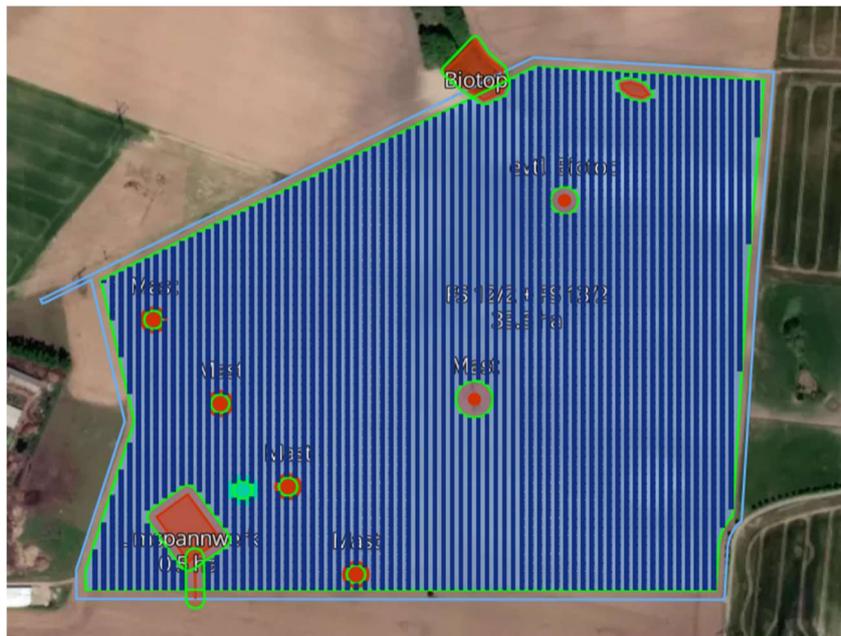


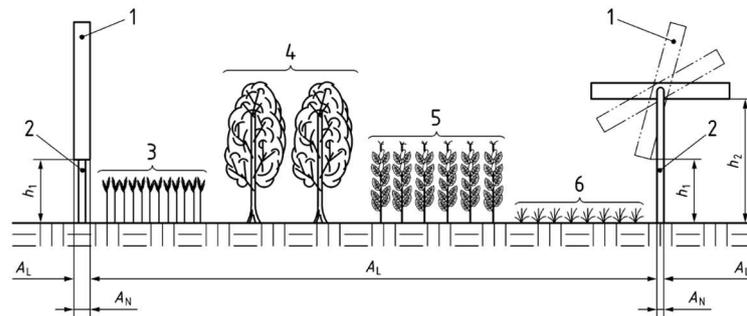
Bild: Abbildung der Module in waagerechter Position (Position nur zur Mittagszeit erreicht).

Die steilste Modulposition beträgt morgens bzw. abends ca. 72°. Die daraus resultierende minimale GRZ ist der Reduktion der landwirtschaftlich nutzbaren Fläche gleichzusetzen und beträgt 13,1%. Die landwirtschaftlich nutzbare Fläche beläuft sich DIN SPEC 91434 (5.2.3) konform auf > 85% (> 31,1 ha). Die für die Landwirtschaft nicht nutzbare Fläche beläuft sich somit auf ca. 4,7 ha. Die Auslegung der PV-Anlage berücksichtigt eine frei befahrbare Arbeitsbreite von 8 Metern und ein Vorgewende von mindestens 10 Metern zwischen Reihenende und Zaun.

3. Nutzungsplan für die landwirtschaftliche Fläche mit Agri-PV-Anlage

Die landwirtschaftliche Nutzung wird nach DIN SPEC 91434, Kategorie 2B mit einjährigen Kulturen als Ackerkulturen und Ackerfutter geplant und folgt, für mindestens 3 Jahre, dem in der folgenden Tabelle dargestellten Fruchtfolgezyklus.

Bild 3 — Darstellung zu Kategorie II, Variante 1



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 bis 6 Beispiele landwirtschaftlicher Kulturen

Listung der geplanten Fruchtfolge bzw. Dauerkulturen und deren jährliche Aussaat-/Erntezeitpunkt:

Nr.	Frucht	Aussaatzeitpunkt	Erntezeitpunkt
1	Erbsen (<i>Pisum</i>)	April	August
2	Wintergerste (<i>Hordeum vulgare</i>)	September	Juli
3	Raps (<i>Brassica napus</i>)	August	August
4	Winterweizen	September	Juli

Basierend auf Faktoren wie z.B. neue Agri-PV Erfahrungen, klimatischen Veränderungen, Niederschlagsprognosen, Wirtschaftlichkeit, Marktentwicklung und weiteren äußeren Faktoren kann die Fruchtfolge vom landwirtschaftlichen Unternehmer jederzeit angepasst werden. Falls Zweifel bestehen, ob mit einer gewählten Feldfrucht Referenzerträge von über 66% erreicht werden können, wird eine Ertragsprognose von einem unabhängigen Gutachter (z.B. Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE)) erstellt. Die Kosten für das Gutachten trägt der Betreiber der PV-Anlage. Bei der Anpassung der Fruchtfolge gilt das Gebot der Rücksichtnahme zwischen landwirtschaftlichem Unternehmer und Betreiber der PV-Anlage.

Listung der geplanten Pflanzenschutzmaßnahmen:

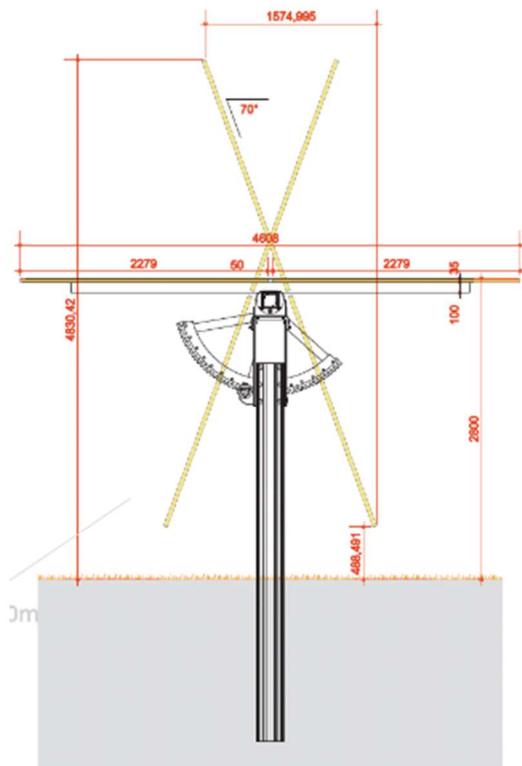
Die landwirtschaftliche Nutzung folgt dem integrierten Pflanzenschutz und reduziert die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel auf ein notwendiges Maß. Dem Pflanzenschutzgesetz § 2 folgend, werden entsprechende Pflanzenschutzmaßnahmen so gewählt, dass vorrangig biologische, biotechnische, pflanzenzüchterische sowie anbau- und kulturtechnische Maßnahmen ergriffen werden.

Der Einsatz von Herbiziden, Insektiziden und Fungiziden wird selektiv ausschließlich auf bestimmte Schadenserreger in geringst notwendiger Dosierung eingesetzt. Somit wird den ökologischen und ökonomischen Erfordernissen Rechnung getragen und nur von der EU-Kommission genehmigte Pflanzenschutzmittel finden Verwendung.

Geplante maschinelle Bearbeitung DIN SPEC 91434 (5.2.4):

Die Auslegung der PV-Anlage berücksichtigt eine frei befahrbare Arbeitsbreite von 8 Metern und ein Vorgewende von mindestens 10 Metern zwischen Reihenende und Zaun. Die freie Arbeitshöhe beträgt mindestens 2,1 Meter. Somit ist die Bearbeitbarkeit mit den benötigten Maschinen nach DIN SPEC 91434 Absatz 5.2.4 sichergestellt.

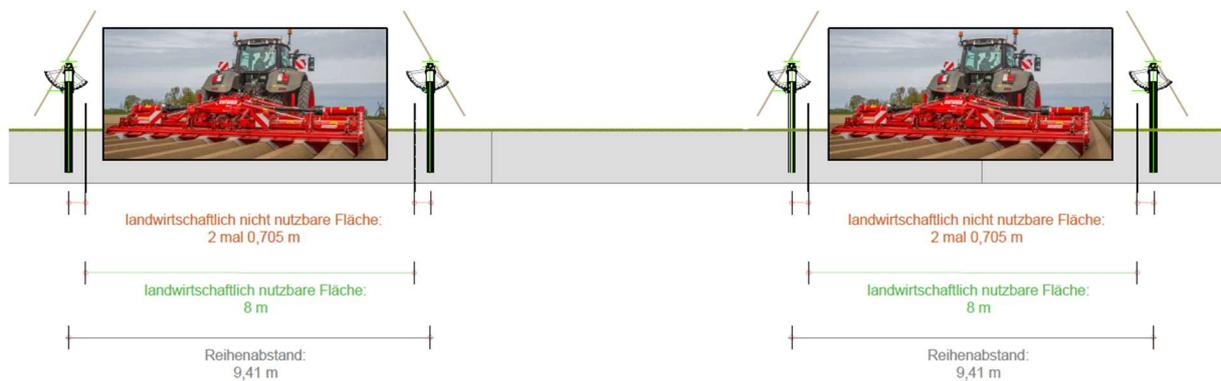
Die Agri-PV-Anlage sieht eine vorrangige landwirtschaftliche Nutzung vor und der landwirtschaftliche Unternehmer kann entsprechend den Bedürfnissen der landwirtschaftlichen Bearbeitung für die Dauer der jeweiligen Bearbeitung (z.B. Pflügen, Grubbern, Eggen, Sähen, Ernten) die Modulposition des Tracking Systems frei bestimmen. Dies kann nach Aufforderung über den Betreiber der PV-Anlage oder per Direktzugriff auf die Tracker-Steuerung durch den landwirtschaftlichen Unternehmer erfolgen. Bei der maschinellen Bearbeitung gilt das Gebot der Rücksichtnahme zwischen landwirtschaftlichem Unternehmer und Betreiber der PV-Anlage und der landwirtschaftliche Unternehmer vermeidet nach bestem Wissen unnötige Verluste und Minderleistung der PV-Anlage



Schnittzeichnung eines Modultisches (Ost-West einachsrig sonnennachgeführtes Tracking System)

Geplante Maschinen- und Arbeitsbreiten:

Nr.	Landwirtschaftliche Maschine	Arbeitsbreite	Fahrten pro Reihe (8 m)
1	Schlepper (GPS gesteuert)	2,55 m	1 -3
2	Anhängepflug	2,66 m	3
3	Saatbettkombination (Grubber, Eggen)	4,00 m	2
4	Drillmaschine (Saatmaschine)	8,00 m	1
5	Mähdrescher (GPS gesteuert)	8,00 m	1



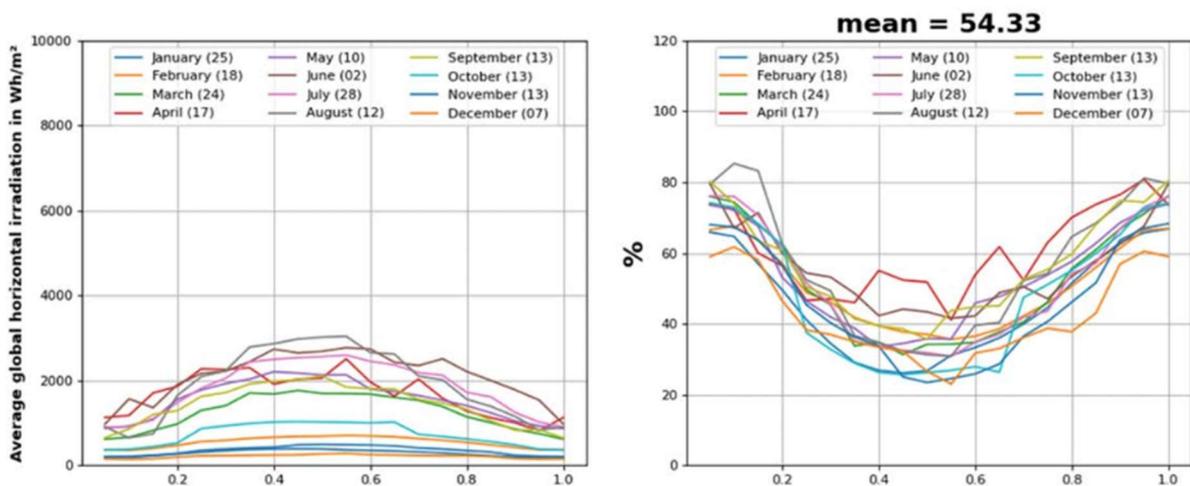
Lichtbedürfnis der Kulturpflanzen DIN SPEC 91434 (5.2.5):

Das Lichtbedürfnis der Kulturpflanzen ist aufgrund des Anlagendesigns nach DIN SPEC 91434 Absatz 5.2.5 sichergestellt. Durch die Nutzung von Ost-West nachgeführten Modultischen (1-achsiges Trackersystem) haben die Kulturpflanzen in den Randbereichen der Nutzfläche ausschließlich eine kurzzeitige und temporäre Randverschattung. Bei trockenen und heißen Sommern kann sich die Beschattung positiv auf das Pflanzenwachstum auswirken.

Die vorgesehenen Systemgrößen und -konfigurationen (2P-Tracker, 9,41 Pitch) wurden durch das Fraunhofer ISE anhand von meteorologischen Daten für den vorgesehenen Aufstellungsort analysiert. Um die durchschnittliche Lichtverteilung auf monatlicher Basis zu bestimmen, wurden Analysen der Verschattung von Reihe zu Reihe durchgeführt. Für jeden Monat wurden drei repräsentative Tage (durchschnittlich, sonnig, bewölkt) extrahiert, um normale meteorologische Schwankungen zu erfassen.

Die Ergebnisse der Lichtsimulation des Fraunhofer ISE werden wie folgt zusammengefasst:

Über ein ganzes Jahr hinweg beträgt der durchschnittliche Verschattungsgrad etwa 54,33 %. An sehr sonnigen Tagen kann dieser Verschattungsgrad 62,16 % erreichen. An bewölkten, diffusen Tagen liegt die Beschattung bei etwa 45,11 %. Es ist wichtig zu beachten, dass die Bereiche, die sich unter den Trackern befinden, in die Analyse einbezogen werden und dass dies die Kernschattenzonen einschließt. Sowohl durchschnittliche Werte als auch die räumliche Verteilung sind folgender Abbildung zu finden.



Links- Durchschnittliche Einstrahlung (GHI) für jeden Monat am Standort. Rechts- Lichtverteilung innerhalb einer Trackerreihe.

Um die Verschattung der Feldfrüchte während kritischer Wachstumsphasen (z.B. Vormittags an nassen Winter- oder Frühjahrstagen) zu reduzieren, sieht dieses Agri-PV Konzept die Möglichkeit des *Offset-Trackings* vor. Hierbei werden über die Steuerung des Trackersystems die Module nicht in einen für die Stromerzeugung optimalen Winkel zur Sonne, sondern verschattungsreduzierend positioniert.

Wasserbedürfnis der Kulturpflanzen DIN SPEC 91434 (5.2.6):

Die optimale Wasserversorgung ist aufgrund des Anlagendesign mit Abstand zwischen den Modulen von 20mm sichergestellt und somit ist Regenwassereintrag über die gesamte Fläche auch unter den Modulen sichergestellt (Modulgröße 2,3 x 1,1 m). Die Gründung der Modultische erwirkt lediglich eine minimale Versiegelung nur durch die Rammprofile.

Basierend auf der Studie von Weselek et al. (2021) war die mittlere jährliche Luftfeuchtigkeit bei einer Agri-PV Anlage um 2,8 % höher und die tägliche mittlere Lufttemperatur im Durchschnitt etwa 1,1 °C niedriger. Somit kann davon ausgegangen werden, dass sich die Wasserverfügbarkeit für Kulturpflanzen durch die Agri-PV Anlage verbessert.

4. Bodenerosion und Verschlämmung des Oberbodens DIN SPEC 91434 (5.2.7)

Durch einen Modulabstand von 20 mm zwischen allen Modulen ergibt sich eine maximal zusammenhängende Versiegelung (Niederschlagsauffangfläche) von 2,5 m². Somit haben die Modultische an jedem einzelnen Modul eine Regenwassertraufkante und eine relativ homogener Wassereintrag über die gesamte Fläche wird dadurch sichergestellt. Aufgrund der damit verbundenen geringeren Wassermenge an den einzelnen Traufkanten ist keine Bodenerosion zu erwarten. Zudem wird die Bodenerosion durch dynamische örtliche Veränderung der Traufkanten durch kontinuierliche Bewegung der Module unterbunden. Die nicht landwirtschaftlich genutzten Flächen unter dem Halterungssystem werden mit Bodendeckern bepflanzt, welche einen zusätzlichen Erosionsschutz sicherstellen.

5. Rückstandslose Auf- und Rückbaubarkeit DIN SPEC 91434 (5.2.8)

Die Rückbaubarkeit des PV-Systems, insbesondere der Rammprofile und erdverlegte Kabelanlagen, wird durch den Anlagenbetreiber sichergestellt, sodass die landwirtschaftliche Nutzungsmöglichkeit nach dem Abbau der Anlage weiterhin im ursprünglichen Zustand erhalten bleibt. Dies wird Bestandteil des vorhabenbezogenen bzw. allgemeinen Bebauungsplans.

6. Kalkulation der Wirtschaftlichkeit DIN SPEC 91434 (5.2.9)

Im Folgenden wird die Wirtschaftlichkeit des Agri-PV-Projektes beschrieben. Die Jahreserlöse beziehen sich auf die Gesamtfläche von 35,8 ha und die durch die PV-Nutzung reduzierte Fläche von 31,1 ha.

Frucht	Referenz Ertrag ohne PV in (t/ha)	Prognose des Ernteertrags mit PV (t/ha)	Abweichung	Erlöse in (EUR/t)	Jahreserlös ohne PV in (EUR)	Jahreserlös mit PV in (EUR)	Anteil an Referenzbetrag
Erbsen	2,5	2,0	-20%	210,00	18.795	13.062	69%
Wintergerste	7,5	6,4	-15%	194,00	52.089	38.463	74%
Raps	3,0	2,4	-20%	425,00	45.645	31.722	69%
Winterweizen	7,0	6,0	-15%	210,00	52.626	38.859	74%

Winterweizen

Basierend auf den Ergebnissen einer Studie von Laub et al. (2022) kann davon ausgegangen werden, dass die relativen Erträge von 87 % bei Verschattungsgraden von bis zu 25 % erwartet werden können. Bei Verschattungsgraden von bis zu 50 % kann noch ein Ertrag von knapp 70 % erzielt werden.

Bei dem Agri-PV Projekt Heggelbach (Süddeutschland) wurden im Erntejahr 2016/2017 eine Ertragseinbuße von -19% und im wesentlich heißerem und trockeneren Erntejahr 2017/2018 eine Ertragserhöhung von +3% beobachtet. Dem folgend und unter Berücksichtigung des vorher beschriebenen Offset-Tracking zur Ertragssteigerung der Feldfrucht kann mit einer durchschnittlichen Abweichung von -15% für Winterweizen gerechnet werden.

Raps

Eine durchschnittliche Ertragsreduktion von -20 % ist basierend der Einschätzung des Fraunhofer ISE eine belastbare Annahme, auch wenn hierzu nur eine geringen Datenlage zur Verfügung steht.

Wintergerste

Aufgrund der physiologischen Ähnlichkeiten zum Weizen wir die Schattentoleranz und die zu erwartende Erträge vom Fraunhofer ISE ähnlich wie von Winterweizen ein. Somit wird die durchschnittliche Abweichung mit -15% angesetzt.

Erbsen

Die Datenlage für Erbsenanbau bei Agri-PV Anlagen ist noch sehr gering, jedoch kann man bei Erfahrungen mit Leguminosen und Klee gras ableiten, dass eine Einschätzung von einer durchschnittlichen Ertragseinbuße von bis zu -20% zu rechnen ist.

Der mittlere Ertragsverlust der oben aufgeführten Fruchtfolge liegt bei -17% und unter Berücksichtigung des Flächenverlustes von -13,1% kann mit einem maximalen Ertragsverlust von -31% gerechnet werden. Sollte während den Wachstumsphasen eine starke Beeinträchtigung durch Verschattung beobachtet werden, kann durch das Offset-Tracking der Pflanzenwuchs optimiert werden, um sicherzustellen, dass die nach DIN SPEC 91434 geforderten 66% jederzeit erreicht werden.

Zusätzlich zu den in der obigen Tabelle aufgeführten Erlösen aus der landwirtschaftlichen Nutzung erhält der Landwirt eine Pachtzahlung von mindestens 3.500 EUR/ha im Jahr basierend auf dem Nutzungsvertrag mit dem PV-Anlagenbetreiber. Somit ist die Gesamtwirtschaftlichkeit aus Sicht des Landwirtes signifikant höher als bei der herkömmlichen Nutzung der Fläche ohne Doppelnutzung durch eine PV-Anlage. Somit liegt der zukünftige Ernteertrag durch die Landwirtschaft jederzeit über 66% des Referenzertrages.

Die Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage folgt einer, mittels PV-Syst simulierten, Prognose des Stromertrags von 39.282.750 kWh im Jahr. Die Projektrendite wird oberhalb 6 % erwartet.

7. Landnutzungseffizienz DIN SPEC 91434 (5.2.10)

Die zukünftigen Ernteerträge wie in Punkt 6 (Kalkulation der Wirtschaftlichkeit) dokumentiert, liegen die jeweils jährlichen Erträge der Kulturpflanzen auf der Gesamtprojektfläche nach dem Bau der Agri-PV-Anlage jederzeit oberhalb von 66 % des Referenzertrages.