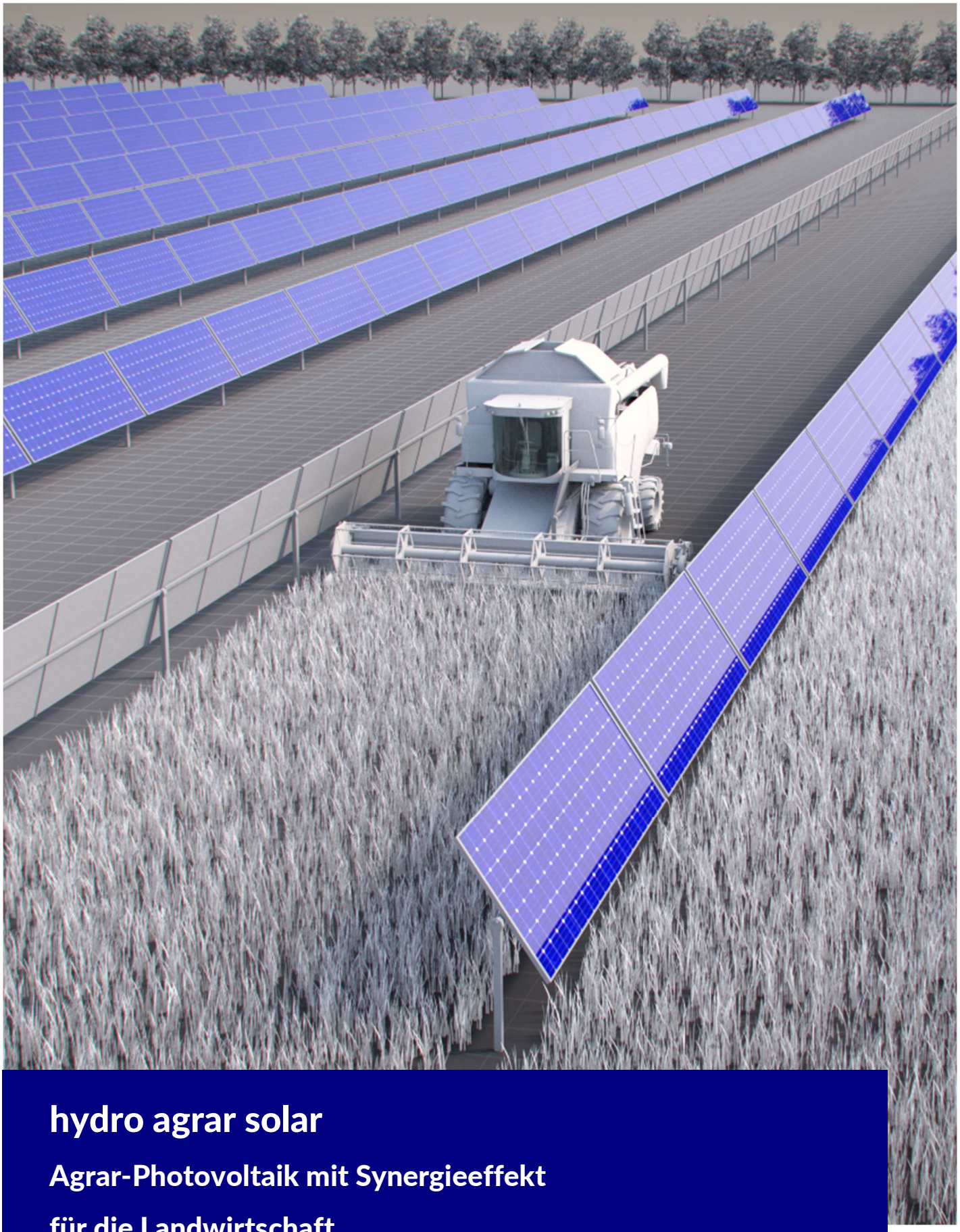

hydro agrar solar

Agrar-Photovoltaik mit Synergieeffekt

für die Landwirtschaft

Verbandsgemeinde Arneburg-Goldbeck

Gemeinde Hohenberg-Krusemark

Gemarkung Schwarzholz

Projektbeschreibung

„Errichtung einer Agrarphotovoltaikanlage als Freiflächenanlage zur Erzeugung von Strom aus Sonnenenergie“

Vorhabenträger:

Kooperationsgemeinschaft .hydro agrar solar“

FEFA Projekt GmbH
Südwall 3
39576 Stendal

+49 3931 410020
www.fefa-wind.de

Blackwood GbR
VEG 2
39596 Hohenberg-Krusemark /
OT Schwarzholz

+49 39394 91818
schuchmann-schwarzholz@t-online.de

Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort 4
1.1 Präambel 4
2.Projektdaten 6
2.1 Ziel und Zweck 6
2.2 Technische daten zur APV 6
3. Beschreibung der APV Anlage 7
3.1 Beschreibung des Trackersystems 7
3.2 Module 8
3.3 Landwirtschaftliche Bewirtschaftung 9
3.4 Eigentumsverhältnisse und betroffene Flurstücke 11
3.5 Gutachten 11
4. Allgemeine Systembeschreibung der APV-Anlagen 11
4.1 schematische Darstellung APV-Anlage "hydro agrar solar" 12
4.2 wesentliche Anlagenkomponenten 13
4.2.1 Gründung mit Rammfundamenten 13
4.2.2 Trackerkonstruktion 14
4.2.3. Solarmodule mit Verkabelung 15
4.2.4. Zentralwechselrichter /Trafostation 15
4.2.5 Trafosammelstation/ Strangschaltungen 16
4.2.6 Anschlussstation/ Trafostation 16
4.2.7 Unterirdische Stromkabel 17
4.2.8 Zaunanlage 17
4.2.9 Unterflur-Tropfbewässerung 18
5. Technischer Anlagenschutz 19
5.1 Blitz- und Überspannungsschutz für APV- Freiflächenland- Kraftwerke 19
5.2 Brandschutz 20
5.3 technische Überwachung, technische Wartung, Pflege der APV-Anlagen 20
6. Montage der APV 21
7. Beschreibung der Flächenverbräuche innerhalb der APV B-Planfläche 21
7.1 Auflistung der Flächenverbräuche 22
7.2 Tracker aufstellungsplan der APV mit Luftbild 24

Abbildungs- und Anlagenverzeichnisverzeichnis

Abbildung 1. Schletter Tracker-Position 0° Stellung.....7
Abbildung 2: Schletter Tracker-APV Anlage in Althegenberg 8
Abbildung 3: Schema Solarmodul 8
Abbildung 4: Schema Bewirtschaftung 1 9
Abbildung 5: Schema Bewirtschaftung 2 10
Abbildung 6: Abstände APV Landtechnik 10
Abbildung 7: APV Anlage..... 10
Abbildung 8: Schema Unterflurtropfbewässerung..... 18
Abbildung 9: Schemea Blitzschutz APV-Anlage..... 20
Abbildung 10: Aufstellungsplan der APV mit Luftbild.....24

Anlagen

1. Schletter Tracking System
2. Modul Datenblatt Candian Solar
3. Moduldatenblatt AE Solar

1. Vorwort

Die Energieversorgung der Welt steht vor einer radikalen Neuordnung. Diese wird weltweit durch den Ausstieg aus der fossilen Energieerzeugung bestimmt. Die bisherige fossile Energieversorgung muss durch neue umweltfreundliche und klimaneutrale Energiegewinnung ersetzt werden. Klimaziele werden auf nationaler sowie auch auf internationaler Ebene getroffen. Erst kürzlich hat Deutschland mit dem Beschluss des neuen Bundes Klimaschutzgesetz (KSG) vom 24.06.2021 neu schärfere Klimaschutzvorgaben getroffen.

Ob Wasserkraft (Staudämme, Gezeiten), Wind- (on- & offshore), Biomasse- oder Sonnenenergie rücken daher immer stärker in den Fokus einer ökologischen Energieversorgung. Natürliche vorkommende Energiequellen bilden insgesamt ca. 3000-mal so viel Energie ab, wie derzeit weltweit benötigt wird. Allein die Energiemenge, welche die Sonne pro Stunde (1,5 x 10^{18} kWh) zur Erde sendet, würde reichen um 2850 Erden mit Energie zu versorgen.

Problem: Die Nutzbarmachung von natürlichen Energiequellen sowie der Transport der Energie zu den Verbrauchsstellen, Industrie- und Ballungszentren jeder einzelnen Nation. Deutschland hat sich das verbindliche Ziel gesetzt bis 2045 seine Energieversorgung auf 100% erneuerbar umzustellen. Die Inanspruchnahme von Flächen zur Energiegewinnung steht in Konkurrenz zum Bevölkerungswachstum und Flächen zur Nahrungsmittelerzeugung. Ein Beitrag dazu ist, hier die Photovoltaik mit Landwirtschaft zur Symbiose zu führen, um so nachhaltig die Stromproduktion von Morgen wie auch die Ernährung zu gewährleisten.

1.1 Präambel

Der Vorhabenträger beabsichtigt in der Verbandsgemeinde Arneburg-Goldbeck, in der Mitgliedsgemeinde Hohenberg-Krusemark, im Ortsteil Schwarzholz, eine innovative Agrarphotovoltaikanlage (nachfolgend APV genannt) zu errichten und zu betreiben.

Der erzeugte Strom soll in das 110kV Übertragungsnetz des örtlichen Strombetreibers, der Avacon Netz GmbH, eingespeist werden. Von dort aus gelangt es über das Mittelspannungsnetz so direkt an den Endverbraucher. Hierzu sind Regelungen aus dem derzeit gültigen EEG 2021 zu berücksichtigen.

Weitere Optionen bestehen in der Direktvermarktung an der Strombörse. Darüber hinaus werden zunehmend direkte Abnahmeverträge, sogenannte Power Purchase Agreements (PPA) für den erzeugten Grünstrom geschlossen. Derzeit wird für die Grünstromnutzung mit 2 Interessenten verhandelt. Zum einen ist es der Bio-Milchkonzern Arlafoods Deutschland GmbH an dessen arla Biomilch-Liefergenossenschaft auch die Blackwood GbR ihre Bio-Milch liefert. Zum anderen besteht die Option den Grünstrom zu Mercer Stendal, Deutschlands größten Zellstoffwerk, zu liefern um dort mit einem H2 Elektrolyseur grünen Wasserstoff herzustellen um damit die Abgase des Zellstoffwerkes zu „waschen“. Im Ergebnis wird der Werksstandort so 100% klimaneutral und nahezu ohne CO_2 Belastung für die Umwelt.

Beide Optionen der Grünstromnutzung passt zu dem Energienutzungskonzept der hydo agrar solar und zum landwirtschaftlichen Bio-Betrieb der Blackwood GbR

Agrarphotovoltaik-Freiflächenanlagen, insbesondere größere Anlagen dieser Art bedürfen einer entsprechenden Bauleitplanung (B-Plan) für den Außenbereich. Die APV spielt mit ihrer Raumkulisse hierbei noch eine gesonderte Rolle, da es sich **nicht** um sogenannte „benachteiligte Flächen“ oder Konversionsflächen handelt. Die Planungshoheit für die Bauleitplanung obliegt uneingeschränkt der Gemeinde Hohenberg-Krusemark.

Der Gemeinderat der Gemeinde Hohenberg-Krusemark hat auf seiner Sitzung vom 23.11.2020 den Aufstellungsbeschluss zum Vorhaben und B-Plan (Beschluss 30/082/20) positiv beschlossen.

Begriffserklärung Solartracker:

Solartracker (ugs. auch Sun Tracker) sind technische Vorrichtungen, dank derer sich eine Photovoltaikanlage automatisch nach dem jeweiligen Sonnenstand richtet. Daher auch der deutsche Name „Nachführsystem“, das englisch „to track“ bedeutet so viel wie: „verfolgen“, „nachspüren“, „nachführen“. Das Tracking gewährleistet, dass die Solarmodule stets optimal 90° zur Sonne ausgerichtet sind, so dass das Maximum an Solarenergie absorbiert und in Solarstrom umgewandelt wird. Mit einem Solar-Tracking-System sind sowohl bei kleinen als auch großen Solaranlagen überdurchschnittliche Solarerträge realisierbar.

Um die Stromausbeute zu erhöhen, ist es daher sinnvoll, die Solarzellen dem Tagesverlauf der Sonne per Solartracker nachzuführen. Durch eine Drehung um die horizontale Achse zeigt das Modul morgens nach Osten zum Sonnenaufgang und abends nach Westen zum Sonnenuntergang.

Zudem werden Solartracker nach der Anzahl der zur Nachführung eingesetzten Achsen unterschieden. Eine einachsige Nachführung bedeutet, dass die Solarmodule entweder nur horizontal, also waagerecht dem im Tagesverlauf unterschiedlichen Anstellwinkel der Sonne (Elevation) oder nur vertikal, also senkrecht der Sonnenbahn (Azimut) folgen. In der nachfolgend beschriebenen APV sollen einachsig nachgeführte Tracker (Einachstracker) zum Einsatz kommen.

Gegenüber einer klassischen fest montierten Photovoltaik-Anlage, die nach Süden ausgerichtet ist, erwirtschaftet schon ein einachsig betriebenes Nachführsystem bis zu 22 Prozent mehr Solarertrag. Werden zudem bifaciale Solarmodule verwendet, steigt der Mehrertrag sogar auf ca. 25%.

Betrachtet man die Kosten von Nachführsystemen, so ergeben sich für aufwendige rechnergesteuerte Solartracker in der Regel höhere Kosten.

Im Vergleich beider Anlagentypen – starrer und beweglicher – ist der Vorteil, bezüglich der Lebensdauer der starren Systeme heute kaum mehr auszumachen, der sich aus ihrer Unbeweglichkeit lange Zeit ergab. Längst haben die Tracking-Systeme nachgezogen und kommen auf ebenfalls lange Funktionstüchtigkeit. Allerdings muss man in Kauf nehmen, die Anlage alljährlich auf Herz und Nieren zu prüfen.

2. Projektdaten

2.1. Ziel und Zweck

Mit den APV begeben wir uns auf neuen Nutzungs- und Anwendungsgebieten der Photovoltaik, die noch wenig erforscht und noch wenig praktisch errichtet worden sind. Altbekannte Aufstellungsvarianten von Freiflächenphotovoltaikanlagen, wie die fest und nach Süden ausgerichteten PV-Anlagen, verbrauchen ein großes Flächenpotenzial eine parallele landwirtschaftliche Nutzung ist hier ausgeschlossen.

Ziel der APV ist es Landwirtschaft und PV zu vereinen. Dieser Doppelnutzungseffekt wird den Anforderungen an den Klimazielen gerecht. Der beschleunigte Ausbau der erneuerbaren Energien, bei doppelter Nutzung der Fläche wie auch der Stärkung der Wirtschaftskraft landwirtschaftlicher Betriebe

2.2 Technische Daten zur geplanten APV

APV - Groß Anlage

B-Planfläche	vorrangig Grünlandfläche	240ha
Flächenbedarf APV: Trackereinheiten		ca. 69 ha
incl. der Grünlandflächen zwischen den Trackern, Achsabstand zueinander 12,5m		
Unterflurtropfbewässerung		92 ha
Solartracker:	in verschieden Trackerlängen gesamt:	563 Stück
Überstrichene PV-Modulfläche gesamt		28,5 ha
Anzahl Solarmodule:		110.376 Stück
Modulleistung:		0,55 -0,57 kWp
Elektrische Gesamtleistung:		610 -63 MWp
Stahlrammpfähle		10.783 Stück
Jahresstromertrag: netto,		79 GWh/a
CO_2 Einsparung:	je erzeugter kWh /627g CO_2	49.533 to/a
im Vergleich zu Haushalte		31.600 Stück

3 Beschreibung der APV-Anlage

3.1 Beschreibung des Trackersystem

Das Trackersystem bedient sich einer Tracker-Tragwerkskonstruktion der Firma Schletter (Made in Germany). Der einachsig horizontal nachgeführte Tracker hat eine variable Länge, von 31m; 62m; 93m bis maximal 123m. Zum Antrieb der Drehachse/Tracker wird ein elektromotorischer Antrieb mit ca. 0,3 kW/h verwendet. Die Stromversorgung kann optional durch 24 V oder 220V netzgespeist erfolgen. Die Belegung der Trackerkonstruktion mit PV-Modulen kann in 2 Modulkonfigurationen erfolgen.

- Variante 1 2V; 2 Module vertikal (90° zur Trackerachse)
- Variante 2 4H; 4 Module horizontal (Modulachse parallel zu Trackerachse)

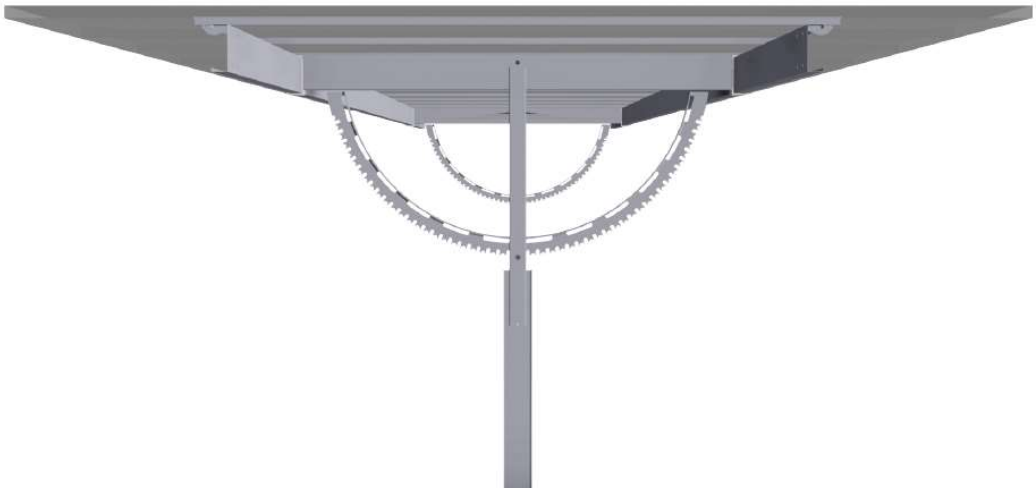

Abbildung 1. Schletter Tracker, Position 0° Stellung

Nachgeführte PV-Anlagen (nachführen engl.= tracking) folgen im Tagesverlauf durch Verdrehen dem Sonnenstand und sorgen dafür, dass mehr Stromertrag erwirtschaftet wird.

Man unterscheidet ein und zweiachsige Solartracker. Bei einachsigen Photovoltaik Nachführsystemen folgt das Modulträgersystem der Sonne nur horizontal nach dem Anstellwinkel der Sonne (Elevation) oder vertikal nach der Sonnenbahn (Azimut). Zweiachsige Tracker können beides und haben daher die höchste Energieausbeute, weil sie jeden x-beliebigen Punkt am Himmel anvisieren können.

Einachsig nachgeführte Tracker haben gegenüber einer fest 30° Richtung Süden montierten Anlage Ertragsvorteile von bis zu 30%. Zweiachsig nachgeführte Systeme kommen gar auf 42% Mehrertrag, gemessen am Jahresmittel bei gleicher Globalstrahlung.

Ein großer Vorteil nachgeführter Trackersysteme gegenüber klassischer Südausrichtung ist, die Tagesertragskurve, bedienen Tracker die täglichen Vormittags- und Nachmittags auftretenden Stromverbrauchsspitzen im Stromnetz und sind somit wesentlich Netz freundlicher.

Abbildung 2: Schletter Tracker APV-Anlage in Althegnenberg

Mittags, wo die Modulträgerkonstruktion eines einachsig nachgeführten Tackers eine waagerechte Position einnimmt, beträgt der Minderertrag gegenüber einer 30° fest nach Süd ausgerichteten PV-Anlage lediglich 10%.
Somit liefern Solartracker, gerade im Strommix über viele Stunden des Tages grünen Strom ab. 24/7 fähig werden diese Systeme in Verbindung mit Batteriespeicher oder Speichersysteme.

3.2 Module

Die Solartracker sollen bifacialen PV-Modulen belegt werden. Das Preis-/ Leistungsverhältnis entscheidet mit über die finanzielle Tragfähigkeit einer APV. Die PV-Module sind hiermit ein entscheidender Faktor. Module neuster Generationen liegen derzeit bei 660Wp++. Abmessungen von ca. (2,4x 1,3) m und 166 Zellen/Wafer sind in dieser Leistungsklasse Standard. Die Wirkungsgrade liegen bei ca.22%. Leistungsstarke Module werden immer größer. Dieses geht einher mit einer deutlichen Gewichtszunahme. Wogen 350Wp Module noch ca. 20kg wiegen 660Wp Module ca. 32kg.

Die Trackerkonstruktion ist in Hinblick auf Ihre Statik nicht unbegrenzt belastbar. Wirken doch Gewichts- und Windlasten auf einen Tracker. Deshalb ist in jedem Falle zu prüfen, ob die immer größer werdenden PV-Module für den Trackertyp zugelassen sind. Die zur Anwendung kommenden Module haben die Abmessung (2,278 x 1,133) m = 2,580m² PV-Fläche.

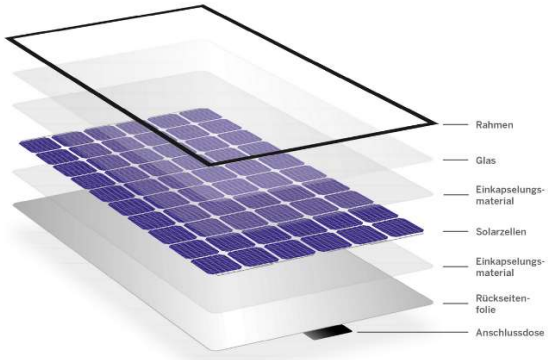

Abbildung 3: Schema Solarmodul

3.3. Landwirtschaftliche Bewirtschaftung

Die moderne Landwirtschaft ist heute weitestgehend mechanisiert und zunehmend bedient man sich GPS-gesteuerter Maschinen und Traktoren. Dieses gewährleistet sicheres Fahren und Wirtschaften zwischen den einzelnen Trackern.
In der APV wurde eine Aufständerungshöhe 0° Stellung von 2,70m gewählt. Um der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung genügend Platz zu geben, wie auch einer Eigenverschattung der Tracker untereinander entgegenzuwirken, wurde hier ein Tracker-Reihenabstand (Mitte Stützenreihe zu Mitte Stützenreihe) von 12,50m gewählt.

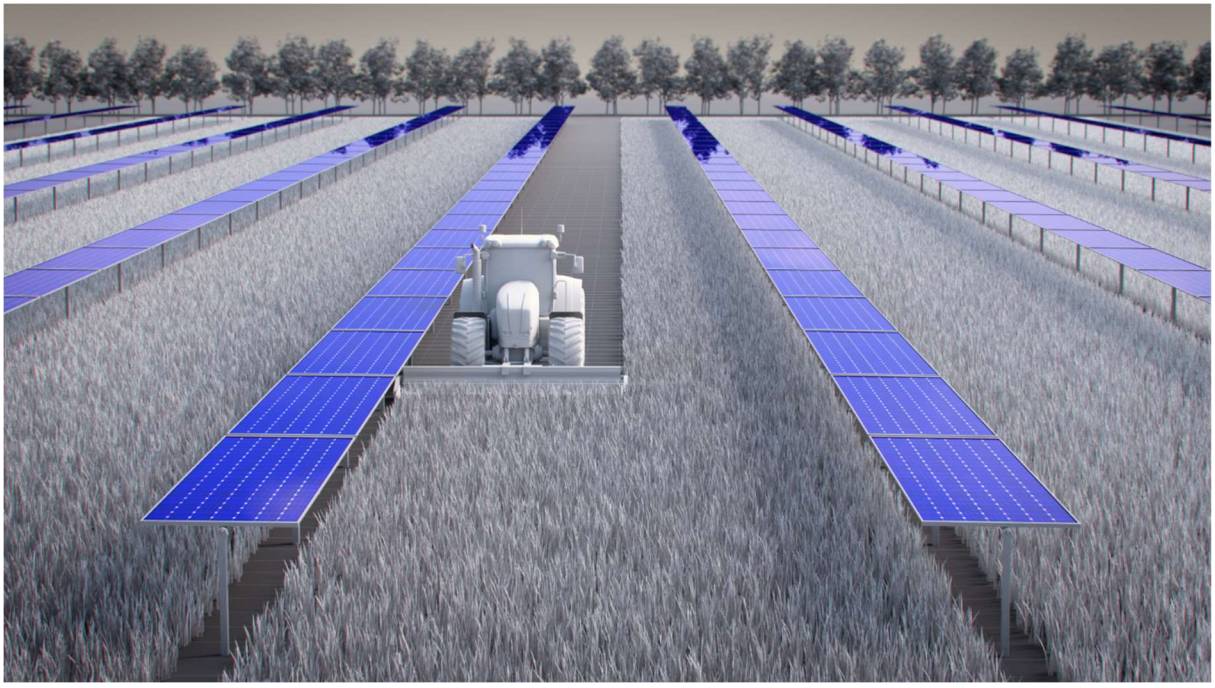

Abbildung 4: Schema Bewirtschaftung 1

Augenmerk soll hier auf:

- einfaches und unkompliziertes Bearbeiten der landwirtschaftlichen Flächen zwischen den Solar-Trackern
- Verschmutzung der Module durch Feldarbeit
- Einfluss von Verschattung auf das Wachstum der angebauten Kulturen
- Wartung/ Reparatur/ Service an der Anlage und
- Kosten-/ Nutzenrechnung gelegt werden.

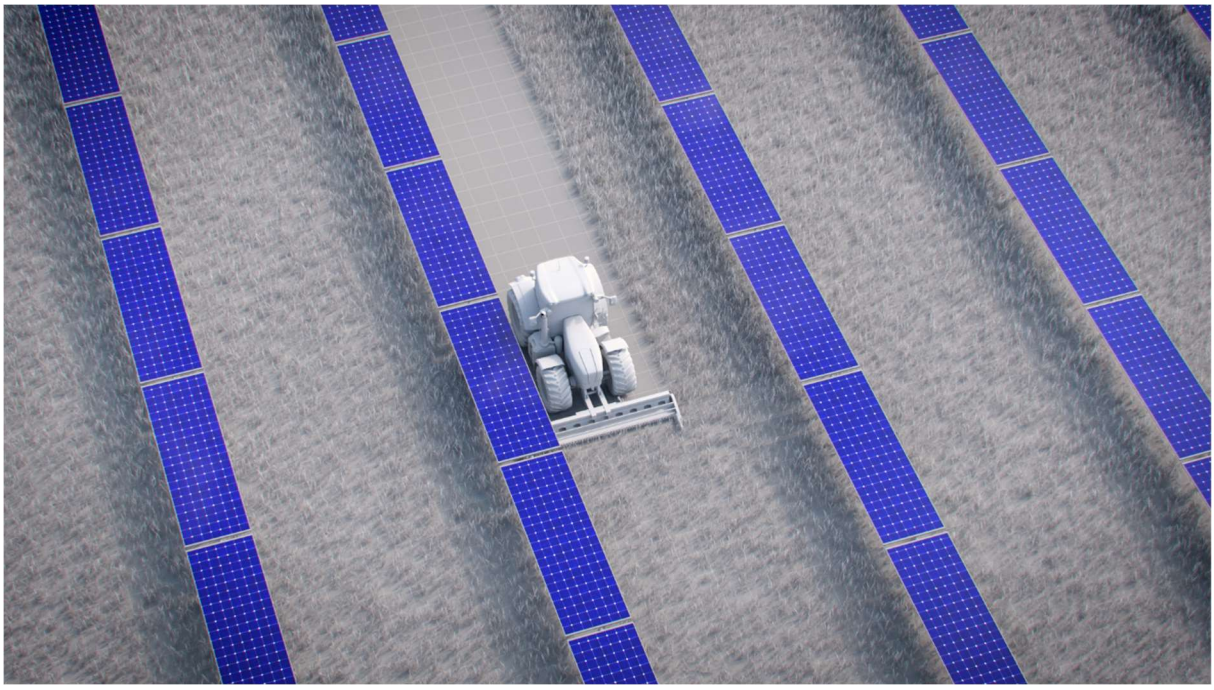

Abbildung 5: Schema Bewirtschaftung 2

Hierbei ist anzumerken, dass ein auf >=3 m Höhe aufgeständerter Tracker nicht nur in der Gründung (verzinkte Stahl-Rammpfähle) deutlich teurer ist, sondern auch durch die aufwendigere Reinigung und Wartung der Solar-Tracker Mehrkosten entstehen.

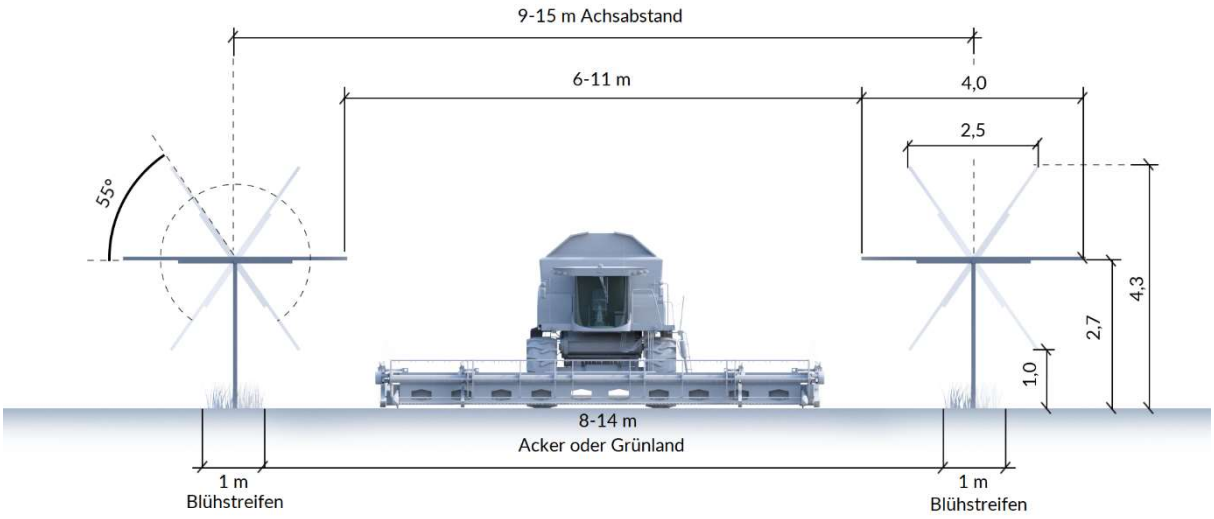

Abbildung 6: Abstände APV (beispielgebend für Landtechnik, hier ein Mähdrescher)

3.4 Eigentumsverhältnisse und betroffene Flurstücke

Die Baugrundstücke stehen im Privateigentum von Petra Schuchmann, 39596 Hohenberg Krusemark OT Hindenburg Gartenstr. 2 und Peter Schuchmann, PLZ 39596 Hohenberg-Krusemark OT Kirche Polkritz Kirche 8. Die Grundstückseigentümer haben die Zustimmung zur Nutzung der landwirtschaftlichen Fläche als Baugrundstück / Standort für eine APV-Anlage gegeben.

Eine neu zu gründende Betriebsgesellschaft mit Sitz in 39596 Hohenberg-Krusemark, sorgt somit für 100 % Gewerbeeinnahmen für die Gemeinde.
Für die bauliche, wie auch privatrechtliche Durchführbarkeit wurden zwischen den Grundstückseigentümern und dem Betreiber, der APV-Solaranlage ein langjähriger Pachtvertrag abgeschlossen.

3.5 Gutachten

- Brandschutzkonzept
- Netzverträglichkeitsstudie

bereits erfolgte Gutachten:

- Grundwasseranalyse
- Baugrundgutachten
- Ertragsgutachten
- Hydrologisches Gutachten
- Umweltprüfung und artenschutzrechtlicher Fachbeitrag
- statischer Nachweis der Rammpfahlgründung und Zugprobe (pull out Test)
- Aufschlussbohrung für einen Tiefbrunnen ((Unterflurtropfbewässerung (UTB))
- Wasserrechtliche Genehmigung zur Wasserentnahme für die UTB

4. Allgemeiner Systemaufbau der APV-Anlagen

Die große zusammenliegende Flächenkulisse bietet ein ökologisch nachhaltiges und sinnvolles Doppelnutzungspotenzial durch die APV-Anlage. Erzeugung von grüner Energie zum einen und der gleichzeitigen landwirtschaftlichen Nutzung Anderseits. Durch die Nutzung der Flächen für eine APV-Anlage tragen die Flächen so direkt zum Klima- und Naturschutz bei und entsprechen somit voll der Klimazielausrichtung der Bundesrepublik Deutschland und Europa ohne nennenswerte Flächenverluste in der landwirtschaftlichen Nutzung zu verursachen. Da die Fläche, die für die APV-Anlage in Anspruch genommen wird zu mind. 95 % landwirtschaftlich weiter genutzt wird, spricht man hier von einer Doppelnutzung. Die APV widerspricht somit nicht den Zielen der Raumordnung in Hinblick auf den Nutzungsart „Landwirtschaft“. EU-Beihilferegelungen, wie Flächenprämien werden somit nicht eingeschränkt. Die EU-Beihilfe-Thematik in Bezug auf Agri-PV ist bereits gerichtlich abgeurteilt.

4.1 schematische Darstellung der APV-Anlage „hydro agrar solar“

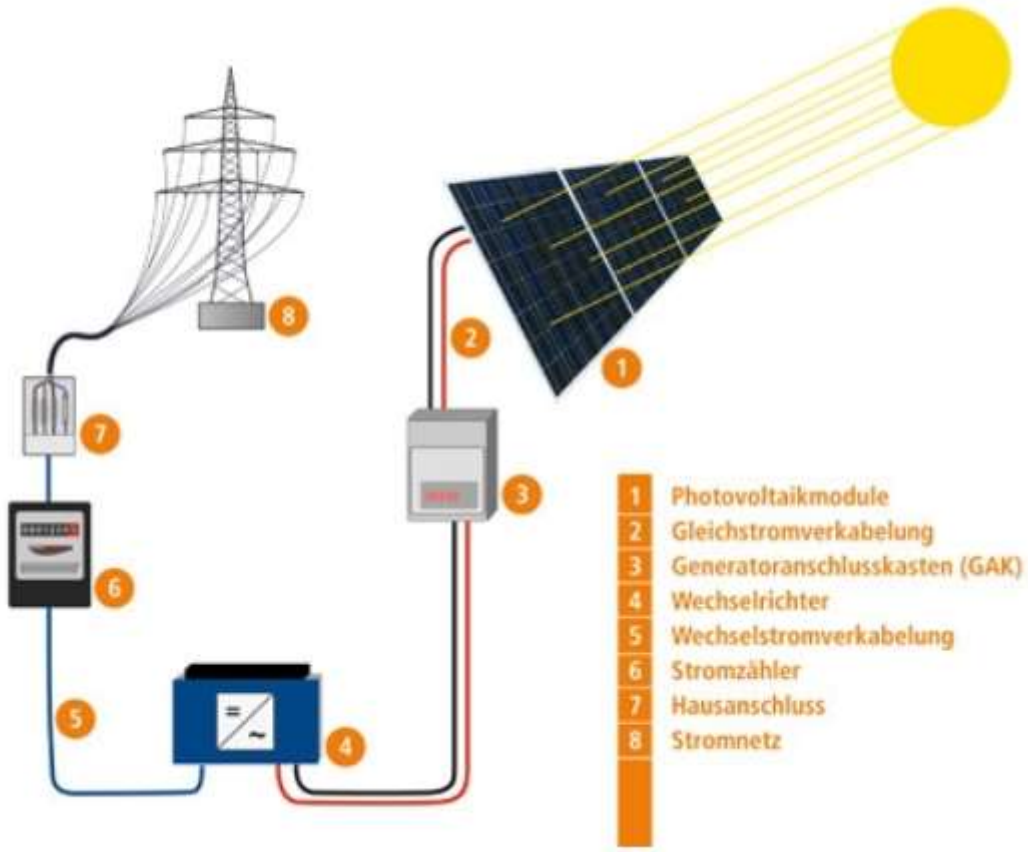

Abbildung 7: Schema APV-Anlage

In den PV-Modulen, welche aus vielen einzelnen untereinander verbundenen Wafern bestehen, wird das Sonnenlicht direkt in elektrischen Strom umgewandelt. Sonnenlicht erregt Elektronen in den Wafern, sodass sie sich bewegen. Im Inneren der Wafer findet dann die Wechselwirkung zwischen Sonnenstrahlen und den dotierten Halbleitern z.B. Silizium statt. Zunächst als Gleichstrom wird dieser durch einen Wechselrichter in 1-phasigen Wechselstrom oder in 3-phasigen Wechselstrom umgewandelt. Dieser Wechselstrom wird über einen Netzanschlusspunkt in das öffentliche Verteilernetz und/ oder für Direktverbraucher eingespeist. Entsprechende Messstellen erfassen welche Strommengen, welchem Abnehmer, zur Verfügung gestellt werden.

Entgegen klassischen Freiflächen-PV-Anlagen, welche vorzugsweise 30° nach Süden ausgerichtet sind, ist die hier beschriebene APV-Solar Anlage in Ost-/ Westrichtung ausgerichtet und verfolgt einachsig nachgeführt dem Sonnenlauf. Die Mittelachse der Trackeraufständerung ist in Nord/Südrichtung ausgerichtet. Dies steigert nicht nur den Ertrag von bis zu 25% gegenüber herkömmlichen PV-Anlagen, sondern bietet gerade bei aufgehender Morgensonne (im Osten) und bei untergehender Nachmittagssonne

(im Westen) Strom für Strombedarfsspitzen im Netz. Diese Tagesstromerzeugungskurve, Ost/West ausgerichteter und zudem noch nachgeführter APV-Anlagen, sind somit sehr netzverträglich und eine wesentliche Stütze für eine stabile Stromversorgung im gesamt deutschen wie auch europäischen Energiemix.

4.2 wesentlichste Anlagenkomponenten der APV

(1) Gründung der Fundamente/ Aufständerung der Tracker (verzinkte U-Profile oder Σ-Profile Rammpfähle)
(2) Tracker-Konstruktion mit Antriebsstrang
(3) Solarmodule mit Verkabelung /DC Sammelboxen
(4) unterirdische Stromkabel APV-Park intern wie auch Netzanschluss
(5) Zentralwechselrichter/Trafostation
(6) Trafosammelstation/ Strangschaltung Mittelspannung 10/20kVA
(7) Anschlussstation/ Trafo/ Umspannwerk Übertragungsnetz 110kVA
(8) gegebenenfalls Zaunanlage an direkten elektrischen Anlagen
(9) Unterflurtropfbewässerung

4.2.1 Gründung mit Rammfundamenten

Die geologische Erkundung mittels Bodengutachten ist erfolgt. Die Gründung der Fundamente/ Aufständerung erfolgt aus feuerverzinkten Stahlprofilen (Sigma-Profile oder U-Profile genannt). Sie ist die wirtschaftlichste Variante und stellt auch für einen späteren Rückbau der APV kein Problem dar. Kein Beton, keine Umweltbelastung nur durch Mantelreibung (Adhäsion) werden Zug- und Druckkraft aufgenommen und übertragen. Der Test zur Standsicherheit und Bodenbewertung erfolgt über „pull out Tests“ und Standsicherheitsgutachten. Somit ist die Standsicherheit gegeben. Die Anzahl und Länge der Einpresstiefe der Sigma- oder U-Profile legt der Prüfstatiker fest. Berücksichtigung finden hier nicht nur die Eigenmasse Tracker incl. Module der APV, sondern auch Wind-, Schnee- und Eislasten. Hierbei wird die DIN 1055 „Einwirkung auf Tragwerke“ umgesetzt.

4.2.2 Trackerkonstruktion

Schletter Produktdatenblatt:

Typ	Horizontaler einachsiger autarker Tracker
Modulkonfiguration	2 vertikale oder 4 horizontale Module (1000 oder 1500 V DC)
Nachführbereich	120° (± 60°)
Leistung / Module pro Tracker	ca. 80 kWp (je nach Modultyp), max. 240 Module
Antriebssystem	24 V DC Antrieb, autarkes Energiesystem (netzgespeist auf Anfrage möglich)
Länge pro Tracker	120 m / 400 ft
Breite pro Tracker	4 m / 13 ft
Höhe pro Tracker bei 60°	4 m / 13 ft (mit 0,5 m / 1,6 ft Bodenfreiheit)

Hochwasserschutz	1,2 m / 4 ft Abstand für elektrische Komponenten
Flächennutzungsgrad	> 50 %
Nachführung	astronomisch
Sturmposition, Nachtposition	9°
Backtracking	ja
Schneeposition	ja
Wartungsposition	ja
Monitoringsystem	Network Control Unit / SCADA Schnittstelle
Steuerungssystem	kabellose autarke Steuerung für jede Reihe / ZigBee Kommunikation (RS485 optional)
Konformität	UL 2703 / UL 3703 / ASCE 7-10 / CE 2006/42/EC / DIN EN 62817
Schutzklasse	IP54 / IP65 / NEMA 4x
Material	verzinkter Stahl / rostfreier Stahl
Korrosivitätskategorie	Standard C3, optional C4 oder mehr
Bereich Betriebstemperatur	-25 °C bis +60 °C / -13 °F bis 140 °F
Fundament	C-Profil SRF7 / Breitflanschträger z.B. W6x7
Max. Geländeneigung	N-S 10°, O-W 10°
Max. Windstärke im Trackingmodus (Standard)	bis zu 56 km/h / 35 mph (3-Sek. Windböe)
Max. Windstärke in Sturm-position (Standard)	bis zu 167 km/h / 105 mph (3-Sek. Windböe)
Max. Windstärke in Sturm-position (auf Anfrage)	bis zu 257 km/h / 160 mph (3-Sek. Windböe)
Garantie	10 Jahre auf Konstruktionskomponenten; 5 Jahre auf Antrieb, Batterie- und Steuerungssysteme. Erweiterte Konditionen verfügbar.

4.2.3 Solarmodule mit Verkabelung

Die Solartracker werden mit marktgängigen bifacialen Hochleistungs-PV-Modulen belegt. In puncto Verspiegelung, Antireflexbeschichtung, Energieerzeugung der nutzbaren Strahlung erreicht die technologische Weiterentwicklung im PV-Markt regelmäßig im Halbjahrestakt sich ständig verbessernde Wirkungsgrade. Dieser liegt derzeit bei ca.22-23%.

Die APV wird mit den modernsten am Markt verfügbaren PV-Modulen belegt, letztendlich sollen diese die nächsten 30 Jahre erneuerbaren Strom liefern. Die Haltbarkeit wird inzwischen mit ca. 30-40 Jahren angegeben. Wobei ein errechneter Leistungsverlust von ca. 10-15% am Ende der Betriebszeit zu verzeichnen ist.
Der spätere Rückbau wird baurechtlich durch Rückbaubürgschaften durch den Betreiber abgesichert.
Die APV ist nach ihrer Betriebszeit 100% recycelbar. Moderne PV-Module werden heute unter Gesichtspunkten wie Wiederverwendbarkeit und Recycling hergestellt. Die Modulhersteller sind ohnehin zu einer nachhaltigen Modulproduktion verpflichtet. Wertvolle Wertstoffe wie Glas, Aluminium und Halbleitermaterialien gelangen wieder in den Wertstoffkreislauf.
PV-Module sind kein Sondermüll.

In der Anlage der Projektbeschreibung ist ein zum Beispiel ein Moduldatenblatt der Firma Canadian Solar, wie auch AE Solar beigefügt. Die PV Module produzieren Gleichstrom. Dieser wird als DC-Bereich bezeichnet
Die Solarmodule werden mit steckerfertig verkabelt. Sogenannte Strings werden in DC-Sammelboxen aufgeschaltet und von dort aus mit Gleichstromkabeln zu den Zentralwechselrichtern geführt.

4.2.4 Zentralwechselrichter / Trafostation

Der von den Solarmodulen erzeugte Gleichstrom wird über Strings zu DC-Sammelboxen geführt. Je 2 Tracker werden auf einer DC-Sammelbox elektrisch geklemmt und zu einem Zentralwechselrichtern incl. Trafo mittels Erdkabel geführt und aufgeschaltet. Wechselstrom in einer PV-Anlage oder die Ausgangsseite von Wechselrichter wird als AC-Strom bezeichnet.

Die Hauptaufgabe der Zentralwechselrichter incl. Trafo (Inverter), bei dieser APV werden ca. 32 Stück Solartracker auf einen Zentralwechselrichter geklemmt, besteht darin Gleichstrom in Wechselstrom umzuwandeln und auf 20kVA zu transformieren. PV-Module erzeugen Gleichstrom (DC), unsere öffentlichen Stromnetze basieren auf Wechsel-/ Drehstrom (AC). Ein Zentralwechselrichter incl.Trafo kann den Strom von mehreren Trackern umwandeln. Eine VDE technische Auslegung und Elektroplanung sorgt für den sicheren stromseitigen Betrieb der Anlage.

Um Ausfallquoten der APV zu minimieren, werden Zentralwechselrichter incl. Trafo verwendet. Für große APV-Anlagen bieten Zentralwechselrichter deutliche technische wie auch kaufmännische Vorteile gegenüber einzelnen Multistringwechselrichter an jedem einzelnen Tracker.

In der APV selbst werden 13 Stück Zentralwechselrichter incl. Trafo unterschiedlicher Leistungsgrößen von 2300kVA-4600kVA des deutschen Herstellers SMA aus Kassel verwendet. Stromseitig verkabelt und mit unterirdischen Netzkabeln zur Mittelspannungsschaltanlage / Anschlusspunkt/ geführt. Die erdverlegten Stromkabel werden nach der Norm DIN VDE 0100-443 und DIN VDE 0100-534 verlegt.

4.2.5 Trafosammelstation/ Strangschaltungen Mittelspannung 10/20kVA

Im APV-Park wird aufgrund der Weitläufigkeit (PV Trackerflächen incl. 12,5m Reihenabstände ca. 100 ha) eine parkinterne erdverlegte Netzanbindung installiert. Die einzelnen 13 Stück Zentralwechselrichter werden auf sogenannte Sammel-Stromtrassen zusammengeführt, die in der Mittelspannungsschaltstation einzeln messtechnisch erfasst werden und somit elektrisch geschaltet werden können. Von dieser Mittelspannungsschaltanlage können die einzelenen Zentralwechselrichter AC-seitig getrennt werden. Die Strangschaltung ermöglicht das einzelne Abtrennen von Zentralwechselrichtern, ohne die gesamte APV Außerbetrieb zu nehmen. Der Kabelquerschnitt richtet sich hierbei nach der abzuführenden Grünstrommenge wie auch Kabellänge und wird dementsprechend berechnet und ausgelegt.

4.2.6 Anschlussstation/ Trafostation

Die begehbare Mittelspannungsschaltanlage oder auch Anschlussstation, hier laufen alle parkinternen Netzkabel auf Schaltzellen zusammen und bilden somit die zentrale Übergabestation. Gegebenenfalls kann hier noch einmal auf eine höhere Netzspannung des örtlichen Stromnetzbetreiber, hier die Avacon Netz GmbH, transformiert werden. Die technischen Richtlinien und Regeln für Transformatorstationen am Mittelspannung 10/15/20 oder 30 kVA oder Hochspannungsnetz 110 kVA sind vorgegeben und werden zwingend eingehalten.

Bei den Trafostationen: hängt die Größe von der Anzahl der Schaltfelder und Vorgabe des Netzbetreibers ab, sie sind weitestgehend werkseitig vorkonfektioniert und werden im APV-Park nur noch aufgestellt und aufgeschaltet. Die örtliche Lage des Netzanschlusspunktes wird vom Netzbetreiber definiert. Eine Netzanschlussstudie wird/ ist beauftragt.

4.2.7 Unterirdische Stromkabel

Die Verlegung der Stromkabel am Solartracker erfolgt unter den PV-Modulen, oberirdisch weitestgehend geschützt in der Trägerkonstruktion des Trackers, in Schutzrohren oder PVC-Kabelkanälen zu den DC-Sammelboxen.

Die Stromleitungen vom Zentralwechselrichter incl. Trafo zur Mittelspanungsschaltanlage hin zur Übergabestation erfolgen erdverlegt nach einschlägigen DIN-Normen, in einer Tiefe von mind. 1,0 m in offener Bauweise. Die offene Bauweise wird gewählt, weil der Standort der APV in der „Wischeregion“ liegt und diese mitunter drainiert ist. So ist sichergestellt das Drainagen, die mit Stromkabeln gequert werden müssen, nach der Reparatur in ihrer Funktion nicht beeinträchtigt werden.

Bei den Stromkabeln handelt es sich um PVC isolierte Kunststoffkabel (NYY); PVC isolierte Kunststoffkabel mit Kupferadern und einer konzentrischen, wellenförmig aufgebrachten Kupferleiter (NYCVVY) in verschiedenen Querschnittsformaten.

Nach der Betriebseinstellung der APV werden erdverlegte Stromleitungen problemlos aus der Erde entfernt und der Schrottverwertung zugeführt.

4.2.8 Zaunanlage

In der Regel und aus Versicherungsgründen sowie zum Schutz: vor Zutritt „Unbefugter“ werden die APV-Anlagen großräumig eingezäunt. Häufig mit 2m hohen Maschendraht oder Stabmattenzäunen. Wenn eine Einzäunung baurechtlich notwendig wird, ist der Zaun nach Vorgabe der Genehmigungsbehörde, insbesondere nach Hinweisen der Unteren Naturschutzbehörde (UNB) so zu errichten, dass die Einschränkungen auf die Tierwelt minimiert werden. So werden oft Einzäunungen nicht höher, wie 2m und mit einem Bodenabstand von 30cm errichtet.

Der Betreiber ist bestrebt einen zertifizierten Versicherer zu beauftragen, der in weiten Teilen der APV auf eine Einzäunung verzichtet. Die APV ist mit ihrer Baufläche so mit natürlichen Grenzen, wie Gräben und dichten Baum- und Heckenstrukturen umgeben, dass eine Einzäunung nicht zwangsläufig notwendig ist. Notwendige Zufahrtswege werden mit Schlagbäumen oder Toren gesichert. Diese Schlagbäume bzw. Toranlagen werden mit einer FFw-Schließe ausgerüstet, so dass der Rettungsweg im Notfall 24/7 gegeben ist.
Elektrische Anlagen, wie Zentralwechselrichtereinheiten incl. Trafostationen werden gesondert durch Einzeleinzäunungen vor Zugriff durch Unbefugte und Diebstahl gesichert.

Dieses würde dem Artenschutz sehr entgegen kommen. Das B-Plangebiete und somit die APV erfährt eine öffentliche Anbindung an den Verkehrsraum, nur über die Hofstelle des Grundstückeigentümers.

In positiven Vorgesprächen mit der Genehmigungsbehörde zum Thema Einzäunung und bedingt durch die vorherrschenden örtlichen Gegebenheiten ist es geplant gar keinen umlaufenden Zaun zu errichten.
Somit ist in der Gebietskulisse der APV ein ungehinderter Wilddurchgang gewährleistet.

4.2.9 Unterflur-Tropfbewässerung

Bewässerungssysteme ermöglichen eine pflanzenbaulich optimale Regelung der Wasserversorgung. Beim System der Unterflur-Tropfbewässerung (UTB) werden, durch unterirdisch verlegte Bewässerungsschläuche, kleine Mengen Wasser direkt in die Wurzelzone gebracht. Dieses Bewässerungssystem kommt hauptsächlich in ariden und semi-ariden Gebieten zum Einsatz. Eine Evaporation des Bewässerungswassers wird fast vollständig ausgeschlossen. Die meisten Untersuchungen zeigen, dass sich mit UTB-Systemen höhere Erträge erzielen lassen als mit Oberflur-Tropfbewässerungssystemen (OTB) *(LWG)*. Des Weiteren kann eine tiefe Durchwurzelung des Bodens eher durch eine UTB, als durch eine OTB stimuliert werden *(Romero et al.,2004)*. Problematisch ist jedoch der höhere anfängliche Investitionsaufwand *(LWG)*. Weitere Vorteile der UTB sind der mit anderen Bewässerungssystemen vergleichbar geringe Energiebedarf, die Unabhängigkeit von Hangneigung und Windstärke/-richtung sowie die Möglichkeit, ungleichmäßig geformte Flächen gleichmäßig zu bewässern *(Netafim)*.

Diese Art der Bewässerung ist somit besonders energieeffizient und wassersparend.

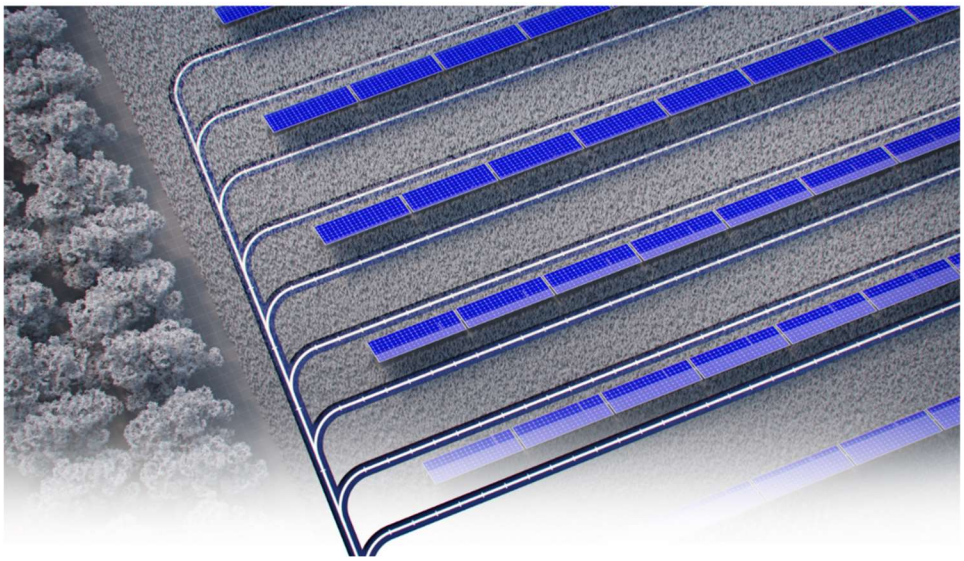

Abbildung 8: Schema Unterflur-Tropfbewässerung

Die integrierte UTB erfolgt bedarfsgerecht und wird sensorisch gesteuert. Sie wird mit dem Strom der APV-Anlage betrieben. Im Feldversuch werden Tropfschläuche in unterschiedlichen Tiefen und Abständen getestet und in den Boden zwischen den PV-Tischreihen eingezogen.

<u>UTB-Anlagenbestandteile:</u>

- erdverlegte Tropfschläuche mit Einwurzelungsschutz
- erdverlegte Haupt,- Zu- und Ableitungen
- Pumpenanlage
- Zisterne als Wasserspeicher
- Batteriespeicher für 24h Betrieb

- Mess- und Steuerungstechnik
- Stahlcontainer
- PV-Stromversorgung aus der APV-Anlage / Eigenbedarf

Für die APV wurde bei der unteren Wasserbehörde LK SDL eine wasserrechtliche Genehmigung gemäß §§8 u. §9 WHG LSA beantragt. Die wasserrechtliche Genehmigung wurde mit Genehmigungsbescheid Az.: 70W/0002021-04293 in 05/2022 behördlich erteilt.

5. Technischer Anlagenschutz

5.1 Blitz- und Überspannungsschutz für APV- Freiflächenland-Kraftwerke

Mit jährlich etlichen Gigawatt neu installierter Leistung gerade auch bei PV-Freiflächen und neuen APV-Anlagen hat sich die Photovoltaik zu einem relevanten Teil der modernen Energieversorgung entwickelt. APV- Großkraftwerke mit 100 MW und mehr werden realisiert und sind so fester Bestandteil der Energieversorgung.

Daraus abgeleitet sind auch die Bedingungen zum stabilen Netzbetrieb zu erfüllen. Dazu gehört auch der Blitzschutz der APV-Anlage.

Es besteht ein Zusammenhang zwischen Sonneneinstrahlung, Luftfeuchte und Häufigkeit von Blitzentladungen. Regionen mit hoher Sonnenintensität und hoher Luftfeuchte sehen sich einem unmittelbar höherem Blitzrisiko ausgesetzt (Einschläge/ m²/ Jahr). Die Lage und Größe des APV-Kraftwerkes sind Grundlagen zur Wahrscheinlichkeitsberechnung von Blitzeinschlägen in die APV. APV-Freiflächenanlagen sind über drei Jahrzehnte dem lokalen Witterungseinfluss von Gewittern ausgesetzt. Davor gilt a) die APV selbst zu schützen und b) auch den Netzverknüpfungspunkt zum Mittel- und Hochspannungsübertragungsnetz zu schützen.

<u>Maßnahmen zum Schutz von APV-Kraftwerken gegen Blitzeinwirkung</u>

Für einen wirksamen Schutz ist ein Blitzschutzsystem notwendig, dessen Elemente aufeinander abgestimmt sind.

- Erdungsanlagen
- Blitzschutz-Potenzialausgleich
- Überspannungsschutzgeräte für die Energie- und Datenbereiche
- Gegebenenfalls können Blitzfangeinrichtung (Fangstangen)

Für das Projekt APV hydro agrar solar Schwarzholz wird ein Blitzschutzgutachten erstellt.

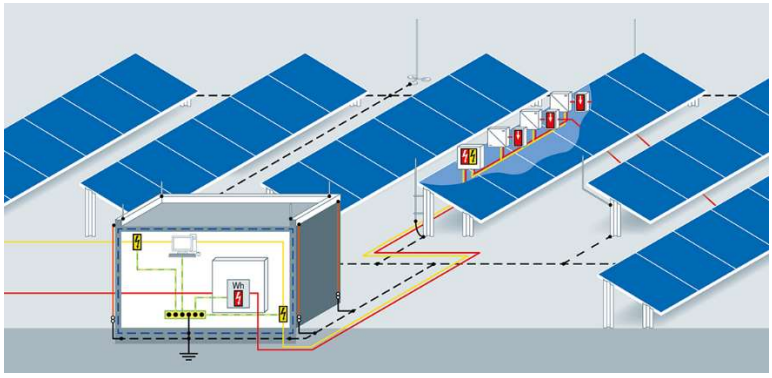

Abbildung 9: Schema Blitzschutz APV-Anlage

5.2. Brandschutz

Der sichere Betrieb und die Instandhaltung von elektrischen Anlagen wird durch die DIN VDE 0105-100 (10/2019), Betrieb von elektrischen Anlagen- Teil 100: „Allgemeine Festlegungen“ und der BGV A3 geregelt.

Der Brandschutz, die Brandlast und die Brandschutzmaßnahmen werden in einem eigenen Dokument „Brandschutzkonzept“ für die APV VEG2 behandelt.

Für den Brandschutz der betrieblichen Anlage ist der Betreiber zuständig.

Die Erstellung und Umsetzung des Brandschutzkonzepts sowie die Erstellung eines Feuerwehrplanes, String- und Hauptstromverteilungsplänen und die Einweisung der örtlichen Feuerwehr in die technischen APV- Anlagen sind Bestandteil des Brandschutzes. Es werden 5 Stück Feuerlöschbrunnen hergestellt oder die vorhandene Hauptleitung der Unterflurtropfbewässerung mittels Unterflurhydranten genutzt.

Das Baugrundstück der APV befindet sich im Außenbereich der Gemeinde Schwarzholz und ist durch öffentliche bzw. ländliche Weg erschlossen. Der Anschluss an den öffentlichen Verkehrsraum ist gesichert und somit auch für Rettungs- und Einsatzkräfte im Notfall sicher und schnell erreichbar.

5.3 technische Überwachung, technische Wartung, Pflege der APV-Anlagen

Pflegearbeiten gegen Verunkrautung, wie sonst üblich bei PV-Freiflächenanlagen, entfallen zum größten Teil, da die Grünland-/ Ackerflächen zwischen und zu mind. 95 % auch unter den Solar-Trackern landwirtschaftlich bewirtschaftet werden. Der Einsatz von Herbiziden ist auf den Flächen der APV strengstens untersagt, da es sich um einen zertifizierten Biobetrieb handelt. Eventuelle Pflegearbeiten für die Bereiche, auf denen kein

Feldbau betrieben werden kann, werden händisch, jedoch maschinell unterstützt, ausgeführt.

Pflegearbeiten in Punkto Reinigung verdreckter PV Module auf den Trackern. Hier wird zu gegebenen Zeitpunkten mit biologischen Reinigungsmitteln maschinell gereinigt.

Die technische Überwachung der APV-Anlage erfolgt über Sensorik und Messstellen in der technischen Leitwarte des Betriebsführers. Diese technische Betriebsführung ist 24/7 besetzt. Im Falle einer Störung werden von der technischen Betriebsführung alle Maßnahmen zur Abarbeitung der Störung veranlasst und kontrolliert.

Turnusmäßige Wartungen sind für einen sicheren und dauerhaft störungsfreien Betrieb unabdingbar.

Für die APV-Anlage wird ein „Wartungsheft“ geführt.

6. Montage der APV

Die APV besteht weitestgehend aus einzelnen, zum Teil vorkonfektionierten Komponenten. Dazu zählen im Wesentlichen:

- Sigma – oder U-Rammpfähle (Fundamente der Tracker)
- Schletter Tracker-Konstruktion
- Solarmodule
- Zentralwechselrichter
- Stromkabel für oberirdische wie auch Erdverlegung

Die Komponenten werden im APV-Park an ihre Einbauposition gebracht und in technologischer Reihenfolge montiert. Um die Flächenpressung zu minimieren sind weitestgehend, insbesondere bei widrigen Wetterbedingungen, Raupendumper einzusetzen. Für den Einsatz größerer Transport-, Lade- und Hubtechnik kommen mobile Baustraßen zum Einsatz „Trackway Platten“.

Die Montage der Solar-Tracker, der PV-Module, die Verkabelung der PV-Module und Wechselrichter erfolgt in Handarbeit. Für die Erstellung der Kabelgräben im Erdbau werden Fräsen und Minibagger verwendet.

7. Beschreibung der Flächenverbräuche innerhalb der APV bzw. B-Planfläche

In der APV ist der Verlust landwirtschaftlicher Nutzfläche schwindend gering.
Ein Verlust landwirtschaftlicher Nutzfläche in dieser APV, wenn man von Verlust überhaupt reden kann, unterscheidet sich nochmal von Grünlandnutzung zu klassischem Feldfruchtanbau. In der Grünlandnutzung lässt sich der Grünschnitt/Ernte über die Mittelachse eines Trackers hinweg bewirtschaften. Es verbleiben lediglich kleine Ø-Bereiche um die jeweiligen Rammpfahlfundamente.

Wird zwischen und unter den Tracker in der APV klassisch Feldbau betreiben, verbleiben wie in Bild 7 dargestellt, ein mittiger Blühstreifen. Die Feldarbeit wird mit moderner GPS gesteuerter Maschinentechnik bearbeitet und es verbleibt ein technisch bedingter „Sicherheitsstreifen“.
Zuvor wurde von Verlust landwirtschaftlicher Nutzfläche gesprochen. Es gibt keinen Verlust. Der beiderseitige Mittenbereich (Sicherheitsstreifen) einer APV mit klassischem Feldbau eines jeden Trackers links/rechts min. 0,3m max. 0,5m, kann technisch bedingt nicht bestellt und geerntet werden. Es ist vorgesehen in diesen Bereichen Dauerblühstreifen mit schattenverträglichen Blumen und Gräsern anzulegen. Diese Streifen tragen wiederum zusätzlich zur Biodiversität bei.

7.1 Auflistung der Flächenverbräuche

Flächenverbrauch stellt sich durch punktuelle Rammpfahlfundamente, durch netzseitige Trafostationen, Technikcontainer für die Unterflurtropfbewässerung und gegebenenfalls auszubauende Zufahrten dar.

Rammpfahlfundamente
ca. Ø 0,2m /Rammpfahlfundament somit ca. 0,032m²/je Rammpfahl
Anzahl Rammpfähle ca. 10.800 Stück
nicht bewirtschaftungsbarer Flächenverlust in dieser Groß APV von
ca.0,035ha oder ca.350m²

Netzanschluss-Trafostationen
ca. 13 Kompakt-Trafostation in den Abmaßen BHL (2,5x2,8x6) m = 195m²
ca. 4 Mittelspannungsschaltanlagen in den Abmaßen BHL (3x2,8x8) m = 96m²
Einfriedung/Schotter 1m umlaufend gesamt ca. 200m²
ca. 0,0490ha oder 490m²

Technikcontainer für die Unterflurtropfbewässerung
2 Stück 40`Seecontainer (12x2,4) m 28,8m² gesamt 57,2m²
Einfriedung/Schotter 1m umlaufend gesamt ca. 66m²
ca. 0,0123ha oder123,2m²

Zufahrten
Auszubauende geschotterte Zufahrten werden mit ca. (2000x3) m angenommen.
ca.0,6ha oder 6000m²

Die nicht landwirtschaftlich nutzbare Fläche beträgt in der geplanten APV Großanlage ca. **0,807ha**
Geht man von gesamt aufgerundet **1 ha** aus, entspricht dies bei der beantragen B-Planfläche von a. 240ha, einem Anteil von 0,41 %

Die Gesamtfläche aller Tracker zusammen nimmt, bei horizontaler Stellung (horizontaler Tracker bei 0° Stellung siehe auch Bild 1 Seite7), eine Fläche von ca. **28ha** reiner PV-Modulfläche ein. Das ist ein Anteil von 13,2% an der gesamten Planfläche.

Die örtliche Verbandsgemeinde Arneburg-Goldbeck hat in ihrem Solarkonzept im Kriterienkatalog für B-Pläne “Agrarphotovoltaik“ eine gesamt räumliche Nutzungszahl (GRZ) von 0,3 vorgesehen.
Das heißt für diese APV-Projekt, 240 ha B-Planfläche x 0,3 = 72 ha PV-Fläche.

Mit 28ha und somit weniger als 50% der maximal mögliche Aufstellungsfläche von 72ha in diesem B-Plan, trägt diese APV der landwirtschaftlichen Nutzung Rechnung und wird mit ca. 60,2 MWp elektrischer Leistung einen Beitrag zur Klimaneutralität leisten.
Es werden so jährlich 49.000 t CO_2 kompensiert oder im Vergleich der Strom von 31.600 Haushalten erzeugt.

7.2 Tracker Aufstellungsplan der APV mit Luftbild

Abbildung 10: Tracker Aufstellungsplan APV