



MACHBARKEITSSTUDIE ENERGIELANDSCHAFT

KURZBERICHT

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

Gefördert durch:

Die Landesregierung
Nordrhein-Westfalen



INNOVATIONSPARK
Erneuerbare Energien

DREES &
SOMMER

IMPRESSUM

AUFTRAGGEBER



Zweckverband Landfolge Garzweiler
In Kuckum 68 a
41812 Erkelenz
Telefon: +49 2164 7066-0

ANSPRECHPERSON

Herr Volker Mielchen
E-Mail: volker.mielchen@landfolge.de

Frau Nicole Weber
E-Mail: nicole.weber@landfolge.de

PROJEKT

Machbarkeitsstudie Energielandschaft

AUFTRAGNEHMER



Drees & Sommer SE
Obere Waldplätze 13
70569 Stuttgart
Telefon: +49 711 1317-0
Telefax: +49 711 1317-101

vertreten durch das Büro Düsseldorf
Derendorfer Allee 2
40476 Düsseldorf

ANSPRECHPERSONEN

Alexander Vorkoeper
Telefon: +49 221 23390-1221
E-Mail: alexander.vorkoeper@dreso.com

Philipp Alber
Telefon: +49 711 131710462
E-Mail: philipp.alber@dreso.com

Constantin Diete
Telefon: +49 231 4278299504
E-Mail: constantin.diete@dreso.com

Laura Lerner
Telefon: +49 160 6126941
E-Mail: laura.lerner@dreso.com

Frederik Setz
Telefon: +49 221 135052096
E-Mail: frederik.setz@dreso.com

Jürgen Kroschel
Berater für „Int. Agrarforschung und Ländliche Entwicklung
Telefon: +49 711 68686535
E-Mail: jurgen.kroschelconsult@outlook.com

BERICHTSSTAND

Erkelenz, Düsseldorf
15.12.2024

INHALTSVERZEICHNIS

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Vorwort und Zielsetzung	4
2 Anwendungsbereich des Projektes	5
3 Weiterqualifizierung der Flächen – Einfluss planerischer, technischer und rechtlicher Vorgaben.....	6
4 Technologieauswahl und Bausteine	8
5 Konzeptentwicklung und Ertragsanalyse	10
6 Wirtschaftliche Beurteilung und Bewertung des ökologischen Zusatznutzens	14
7 Bewertung , Ausblick und nächste Schritte.....	17

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Aufnahme Projektgebiet (eigenes Foto).....	4
Abbildung 2 Projektgebiet und Projektflächen (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023).....	5
Abbildung 3 links: Nachgeführtes Tracking-System [DOPPELERNTE GMBH ,2024], rechts Wertholzsystem mit Walnuss-	8
Abbildung 4 Verortung der Nutzungen innerhalb der Demonstrationsfläche.....	11
Abbildung 5 Gestaltungsplan eines Ausschnittes der Demonstrationsfläche mit Agri-PV und Agro-Forst	12
Abbildung 6 Schematische Darstellung Agri-PV Trackingsystem auf der Demonstrationsfläche	13
Abbildung 7 Schematische Darstellung Agro-Forst auf der Demonstrationsfläche	13
Abbildung 8 Kapitalwerte (eigene Darstellung)	14
Abbildung 9 Bewertung des ökologischen Zusatznutzens der drei unterschiedlichen Landschaftskonzepte (eigene Darstellung)	16
Abbildung 10 Visualisierung Agro-Forst-Systeme (eigene Darstellung).....	18
Abbildung 11 Visualisierung Kranstell-PV (eigene Darstellung).....	19
Abbildung 12 Visualisierung Agri-PV-Anlagen (eigene Darstellung)	19
Abbildung 13 Visualisierung Agro-Forst-Systeme (eigene Darstellung).....	20
Abbildung 14 Visualisierung Agri-PV-Anlagen (eigene Darstellung)	20

Zur besseren Lesbarkeit wird im vorliegenden Bericht das generische Maskulinum verwendet. Die in diesem Dokument verwendeten Personenbezeichnungen beziehen sich – sofern nicht anders kenntlich gemacht – auf alle Geschlechter.

VORWORT UND ZIELSETZUNG

1 VORWORT UND ZIELSETZUNG

Der Zweckverband Landfolge Garzweiler hat eine Machbarkeitsstudie zur Energielandschaft als Teilprojekt aus dem Innovationspark Erneuerbare Energien in Auftrag gegeben. Der vorliegende Bericht stellt die Ergebnisse dieser Machbarkeitsstudie vor. Bei dem Teilprojekt Energielandschaften handelt es sich um das zweite der insgesamt fünf Teilprojekte. Dieses Teilprojekt zielt darauf ab, Energieerzeugung durch Sonnenenergie (Photovoltaik) mit der landwirtschaftlichen Nutzung der Flächen und der Verbesserung der Biodiversität zu verbinden. Die Einbindung der Landwirtschaft auf den rekultivierten Flächen ist dabei von elementarer Bedeutung. Ziel der Machbarkeitsstudie ist es, die Idee der Energielandschaften in die Planungs- und Umsetzungsphase zu überführen, indem ein überzeugendes informelles Konzept für die möglichen Umsetzungspartner, insbesondere aus der Landwirtschaft, vorgelegt wird. [Zweckverband Landfolge Garzweiler, 2021]



Abbildung 1 Aufnahme Projektgebiet (eigenes Foto)

Die Machbarkeitsstudie ist hierbei nicht als verbindliche Planung für die ausgewählte Entwicklungsfläche zu verstehen. Diese kann erst erfolgen, wenn zukünftige Besitzverhältnisse geklärt und interessierte Landwirte sich an der Umsetzung beteiligen möchten.

ANWENDUNGSBEREICH DES PROJEKTES

2 ANWENDUNGSBEREICH DES PROJEKTES

Im Rahmen der Studie werden verschiedene Energieerzeugungssysteme durch Windkraft und Sonnenenergie (Photovoltaik), Agroforst-Systeme und Maßnahmen zur Steigerung der Biodiversität auf den landwirtschaftlichen Flächen untersucht und bewertet. Das Projektgebiet umfasst hierbei rund 13 km² und wurde in der untenstehenden Abbildung 2 blau umrandet dargestellt. Innerhalb dieses Bereichs wurde eine Demonstrationsfläche von ca. 200 ha ausgewählt (siehe Kapitel 5), auf der die Systeme und Anlagen konzipiert werden und im Idealfall eine Übertragungsleistung auf das gesamte Gebiet ermöglicht wird.



Abbildung 2 Projektgebiet und Projektflächen (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)

3 WEITERQUALIFIZIERUNG DER FLÄCHEN – EINFLUSS PLANERISCHER, TECHNISCHER UND RECHTLICHER VORGABEN

Als Ingenieure dürfen wir keine Rechtsberatung leisten. Wir haben uns daher darauf beschränkt, die rechtlichen Grundlagen allgemein darzustellen und auf mögliche Chancen sowie etwaige rechtliche Problemstellungen hinzuweisen. Für die rechtliche Beurteilung im Einzelfall empfehlen wir grundsätzlich die Einholung von Rechtsrat durch eine qualifizierte rechtliche Beratung.

Die rechtlichen Herausforderungen sind beim Bau der Photovoltaik-Anlagen (PVA) höher als beim Bau der Agro-Forst-Systeme. Da sich die Anlagen nicht im privilegierten Bereich entlang der Autobahn befinden oder anderweitig privilegiert sind, müssten für die Umsetzung der Planung eine Änderung des Flächennutzungsplanes sowie ein Bebauungsplanverfahren angestrebt werden. Zum Erhalt der Agroförderung sei zudem auf die im Gesamtbericht vorgestellten Vorgaben verwiesen. Im Hinblick auf die Vermarktung des erzeugten Stroms, sind weiterhin insbesondere die energierechtlichen Vorgaben bspw. aus dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) zu beachten. Die insgesamt etwa 46 Anforderungen wurden im Rahmen der Ausarbeitung entsprechend bewertet und sind im Abschlussbericht ausführlich beschrieben. Im Rahmen dieser Kurzfassung der Studie wird auf folgende wichtige Anforderungen kurz eingegangen:

Bau/Privilegierung: Grundsätzlich können PV-Anlagen (PVA) auf Grund neuer Regelungen im Baurecht durch die Privilegierung vereinfacht genehmigt werden. Demnach sind u. a. Flächen innerhalb einer Entfernung von 200 m zu einer Autobahn privilegiert. Zwar grenzt das Projektgebiet an die A44n, allerdings bestehen bereits Planungen durch RWE, die entsprechend privilegierten Flächen mit Freiflächen-PVA auszustatten. Somit sind die im Rahmen dieser Machbarkeitsstudie vorgesehenen Agri-PV-Anlagen i. S. d. § 35 Abs. 1 Nr. 9 BauGB nicht privilegiert. Folglich wird die Erforderlichkeit der Aufstellung eines Bebauungsplans für die Errichtung der Anlagen vorausgesetzt.

Agrarförderung: Die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) ist ein finanziell umfangreicher Politikbereich der Europäischen Union (EU). Sie stellt eine wesentliche Einnahmequelle für die Landwirtschaft dar. Im Rahmen der GAP wird angestrebt, dass durch die kombinierte Nutzung von landwirtschaftlichen oder gartenbaulichen Flächen die Förderfähigkeit für Direkt- und Ausgleichszahlungen erhalten bleibt. Um möglichst hohe Förderungen zu erhalten, sind die GAP-Vorgaben und Vorgaben aus den Ökorichtlinien zu berücksichtigen. Insbesondere relevant für die Agro-Forst-, Agri-PV- und Biodiversitätsmaßnahmen.

DIN-SPEC 91434: Diese DIN SPEC definiert als Standardisierungsdokument die Kriterien für Agri-PV-Systeme. Somit wurden zahlreiche Anforderungen für Agri-PVA im Hinblick auf Aufständigung, Flächenverluste, Lichtverfügbarkeit, Rückbau, Landnutzungseffizienz etc. berücksichtigt.

Energie: Neben Anforderungen des Energiewirtschaftsgesetzes und des Stromsteuergesetzes, wurden insbesondere Anforderungen aus dem Bereich der Segmentierung, Zahlungsansprüche für Strom aus mehreren Anlagen sowie

WEITERQUALIFIZIERUNG DER FLÄCHEN – EINFLUSS PLANERISCHER, TECHNISCHER UND RECHTLICHER VORGABEN

Ausschreibungsverpflichtungen des EEG berücksichtigt. Diese wurden insbesondere bei der Wahl geeigneter Vermarktungsstrategien und Betreibermodelle beachtet.

Erbschaftssteuer: Land- und forstwirtschaftliche Betriebe, die Agri-PVA der DIN SPEC errichten, bleiben erbschaftssteuerfrei. Die grundsätzlich für landwirtschaftliche Betriebe geltende Befreiung bleibt Landwirten so, anders als bei der Implementierung von Freiflächen-PVA, erhalten.

Flurordnungsverfahren: Aufgrund der Inanspruchnahme von Flächen durch den Braunkohletagebau, der daraus folgenden flächenkonsumierenden Herstellung einer Seelandschaft und der Neuerrichtung der A44n, ist die Wiederherstellung der ursprünglichen Landschaft nicht möglich. Um folglich, nach Ende des Tagebaus, die Erstellung eines erlebnisreichen und natürlich wirkenden, artenreichen Landschaftsbilds zu gewährleisten, welches die Bewirtschaftung der Flächen bestmöglich gestattet, ist ein Flurordnungsverfahren erforderlich. Dies bedeutet, dass die bestehenden Flächen- und Eigentumsverhältnisse im Einzugsbereich des Flurbereinigungsgebiets durch das zuständige Regierungspräsidium neu geregelt und zugewiesen werden. Somit ist das derzeit geltende Kataster für den Zweck dieser Studie nicht dienlich. Dieses Verfahren ist zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Studie jedoch weder abgeschlossen, noch sind die aktuell geltenden oder zu erwartenden Grundstücks- und Besitzverhältnisse öffentlich zugänglich. Es wird jedoch erwartet, dass die derzeitig zerstückelten, kleinteiligen Eigentumsverhältnisse gebündelt und so die Erstellung größerer Schläge angestrebt wird. Flächenaufteilung und Eigentumsverhältnisse sind folglich derzeit ungeklärt. Somit wurde eine möglichst flexible Gestaltung der Flächen angenommen.

TECHNOLOGIEAUSWAHL UND BAUSTEINE

4 TECHNOLOGIEAUSWAHL UND BAUSTEINE

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurden die **landwirtschaftlichen Strukturen** und Praktiken im Rheinischen Revier, unter Berücksichtigung aktueller Anbaukulturen und spezifischer Bedingungen, unter denen diese Kulturen gedeihen, detailliert dargestellt. Die Analyse der landwirtschaftlich genutzten Flächen, der angebauten Kulturen sowie der Fruchtfolgen ist dabei nicht nur relevant, um die Effizienz und Nachhaltigkeit der Agrarwirtschaft zu bewerten, sondern auch, um die Wechselwirkungen zwischen landwirtschaftlicher Nutzung und neuen Technologien zu verstehen. Hier konnte festgestellt werden, dass die Region hauptsächlich für den Anbau von Ackerkulturen genutzt wird. Daher wird weiterhin mit einer kontinuierlichen Nutzung für die Ackerwirtschaft gerechnet.

Basierend auf der Recherche der angebauten Kulturen im Rheinischen Braunkohlerevier, den vorherrschenden Bodenverhältnissen nach der Rekultivierung sowie den Witterungs- und Klimabedingungen, wurde die „Fruchtwechselwirtschaft“ als geeignete **Fruchtfolge** abgeleitet. Diese entspricht den spezifischen Anforderungen der Landwirtschaft und ist in Kombination mit bodennahen Agri-PVA aber auch Agro-Forst-Systemen umsetzbar. Für die „Fruchtwechselwirtschaft“ werden die vier Kulturen **Zuckerrübe, Winterweizen, Kartoffel** und **Wintergerste** ausgewählt und die Auslegung von Systemen/Bausteinen so gestaltet, dass sie vereinbar mit der landwirtschaftlichen Nutzung sind.

Agri-PV-Anlagen: Im Rahmen der Studie werden die hoch aufgeständerten, bodennah vertikalen sowie die nachgeführten Tracking-Konzepte erläutert. Da es sich bei den gewählten Ackerkulturen um Getreidesorten und Hackfrüchte handelt, wurden im weiteren Verlauf der Machbarkeitsstudie bodennahe Anlagen gewählt und bewertet. Hierbei wurden sowohl vertikale Anlagen als auch sogenannte Tracking-Anlagen analysiert. Beide Systeme weisen eine hohe Wirtschaftlichkeit auf, allerdings können die Tracking-Anlagen deutlich höhere Stromerträge erzielen. Insbesondere im Hinblick auf das übergeordnete Projektziel einer „zukünftigen Energieregion“ ist dies ein wesentlicher Vorteil. Weitere wesentliche Vorteile des Tracking-Systems sind eine leichtere Bewirtschaftung der Felder ("Arbeitsstellung") sowie die Integration eines smarten Trackings zur Minimierung von Verschattung und Erosion. Folglich wird die Verwendung des Tracking-Systems empfohlen, im weiteren Verlauf der Studie weiterverfolgt und ist beispielhaft in der Abbildung 3 (linke Abbildung) dargestellt.



Abbildung 3 links: Nachgeführtes Tracking-System [DOPPELERNTE GMBH ,2024], rechts Wertholzsystem mit Walnussbäumen (rechts) (Mareike Jäger, SilvoCultura).



TECHNOLOGIEAUSWAHL UND BAUSTEINE

Ergänzend hierzu wurden im Rahmen der Machbarkeitsstudie **Freiflächen-PV-Anlagen (FF-PVA)** entlang der Seeböschung sowie PVA auf den Kranstell-Flächen (**Kranstell-PVA**) als zusätzliche Energieerzeugungseinheiten bewertet und im Rahmen des Gesamtkonzeptes berücksichtigt. Neben den Energieerzeugungsanlagen wurden zudem Bausteine zur ökologischen Diversifizierung berücksichtigt. Zur Erfüllung dieser Zielsetzung sieht diese Machbarkeitsstudie die Schaffung von Agro-Forst-Flächen sowie den Aufbau strukturbildender Maßnahmen zur Förderung der ökologischen Vielfalt vor. Bei der Wahl der Agro-Forst-Systeme wurde ein Wertholzsystem (siehe Abbildung 3 – rechts) mittels Walnuss gewählt. Als zusätzliche Einkommensquelle sollen auch die Früchte der Nussbäume vermarktet werden. Neben den Agro-Forst-Systemen wurden weitere Maßnahmen wie Heckenstrukturen, Sand- und Totholzhaufen in regelmäßigen Abständen sowie Blühstreifen entlang der Agri-PVA bzw. Agro-Forst-Systeme zur Steigerung der ökologischen Vielfalt vorgesehen.

5 KONZEPTENTWICKLUNG UND ERTRAGSANALYSE

Die gewählten Technologien und Bausteine wurden im Rahmen eines Gesamtkonzeptes zusammengeführt, verortet und sind in der Abbildung 4 dargestellt. Die gewählte und in Abbildung 4 dargestellte Demonstrationsfläche erstreckt sich vom Jüchener Wäldchen im Osten hin zur zukünftigen Fläche des Tagebausees im Westen, sowie entlang der A 44n im nördlichen Drittel des vorgegebenen Untersuchungsgebiets. Sie umfasst insgesamt eine Fläche von ca. 200 ha und erreicht somit das vorgegebene Maximum des als Demonstrationsfläche auszuweisenden Gebietes. Zudem sind hier die Flächen, auf denen die durch RWE Renewables geplanten Windkraftanlagen und FF-PVA entlang der Autobahn berücksichtigt wurden.

Bei der Auswahl der Demonstrationsfläche standen die Aspekte Sichtbarkeit/Wahrnehmbarkeit der Anlagen und die Einbindung der Fläche in biodiversitätssteigernde Grünnetzungen im Vordergrund und führten zur Auswahl der Flächen. Die im vorliegenden Rahmenplan dargestellten Areale schaffen hierbei eine Verbindung zwischen dem Jüchener Wäldchen als Grünstruktur im Osten und der Seeentwicklung im Westen des Untersuchungsraums. Hierbei befinden sich die für Agroforst designierten Flächen am östlichen und westlichen Rand des Untersuchungsraums, wodurch im Osten an die angrenzende extensive Begrünung des Jüchener Wäldchens angeschlossen wird, während im Westen der zu erwartende Wind des Sees abgebremst und so die Erosion der obersten Bodenschichten gemindert werden kann. Die anknüpfenden inneren Flächen sind mit Agri-PV beplant und schlagen so eine Brücke zwischen den lockereren Strukturen des Agroforst und den durch die RWE Power AG geplanten flächenintensiven FF-PVA entlang der A 44n. So entsteht eine erlebbare Landschaft, welche sich von Natur, zu mit Natur durchsetzter Landwirtschaft, zu mit Technologie durchsetzter Landwirtschaft, zu Technologie wandelt. Die Erweiterung des sich horizontal durch das Projektgebiet erstreckenden Bandes nach Süden durch zusätzliche für Agri-PV designierte Flächen, trägt zu einer erhöhten Wahrnehmung der Energielandschaft von Reisenden entlang der A 44n bei und ermöglicht somit einer breiteren überregionalen Masse einen Einblick in das Projekt.

Insgesamt werden durch die Agri-PVA mit einer Leistung von ca. 72 Megawatt-Peak (MWp) rund 85,3 Megawattstunden (MWh) pro Jahr erzeugt. Hinzu kommen die Erträge der Kranstell-PVA sowie der Freiflächen-PVA (FF-PVA) entlang der Böschungen mit 2,5 MWh. Hier sei angemerkt, dass auf den Flächen der FF-PVA noch größere Anlagen installiert werden könnten, jedoch ca. 50 % der Fläche für Biodiversitätsmaßnahmen vorgesehen werden. Der landwirtschaftliche Flächenverlust durch die Agri-PV-Systeme liegt zwischen ca. 13 - 15 % und erfüllt daher die Mindestanforderungen der DIN SPEC 91434 von maximal 15 %. Die Ertragsverluste der landwirtschaftlichen Kulturen durch Verschattung belaufen sich bei den Agri-PV-Systemen auf maximal 33 %. Somit werden auch hier die Mindestvorgaben der Erträge von 66 % laut DIN SPEC 91434 eingehalten. Die Erträge des Agroforstsystems belaufen sich ab dem 15. Jahr auf einen jährlichen Walnussertrag von 58,75 Tonnen und erzielen im Jahr 60 ein Volumen von schätzungsweise insgesamt 4.740 Festmeter Nutzholz.

KONZEPTENTWICKLUNG UND ERTRAGSANALYSE

ENERGIELANDSCHAFTEN GARZWEILER

Verortung der Nutzungen - Tagebaufolgeplanung

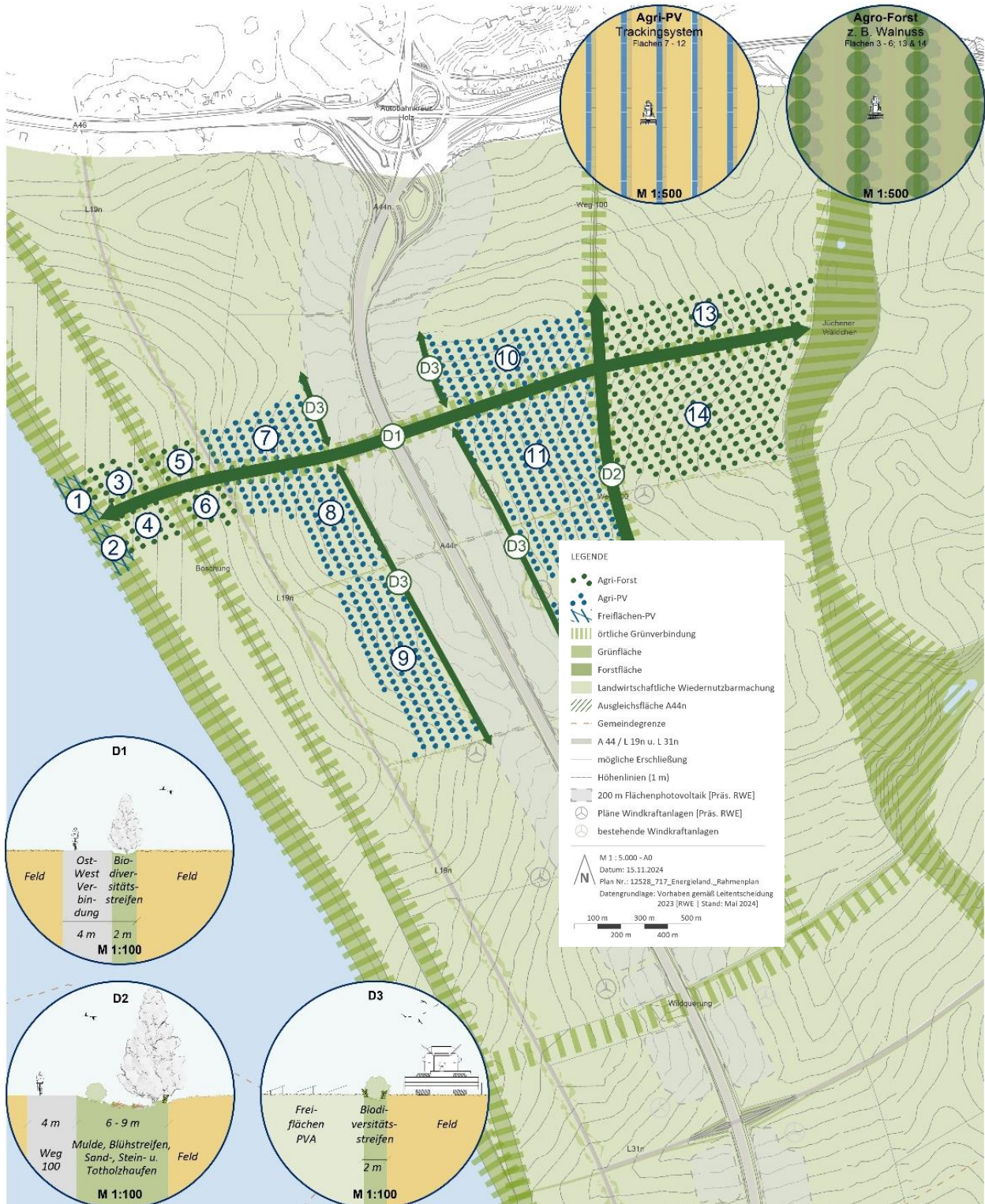


Abbildung 4 Verortung der Nutzungen innerhalb der Demonstrationsfläche

KONZEPTENTWICKLUNG UND ERTRAGSANALYSE

In Abbildung 5 ist ein Ausschnitt der Demonstrationsfläche dargestellt. Die vier abgebildeten Flächen werden hierbei durch den sogenannten Weg 100 in Form einer Nord-Süd-Achse als asphaltierte Wirtschafts- und Radwegeverbindung und durch Feldwege entlang der Ost-West-Achse voneinander abgegrenzt. Während auf den beiden westlichen Flächen Agri-PVA abgebildet sind, ist auf der nordöstlichen Fläche Agro-Forst dargestellt. Die Südöstliche Fläche befindet sich hingegen außerhalb der Demonstrationsfläche, beherbergt jedoch eine durch RWE vorgesehene Windkraftanlage (WKA). Um den Technologiebaustein der Kranstell-PVA in die Darstellung zu integrieren, wurde dieser dargestellt, obwohl die Lage aufgrund der Verschattung durch die südlich gelegenen WKA als ungünstig zu bewerten ist. Der Planausschnitt bzw. der Ausschnitt der Landschaft wurde für die Darstellung ausgewählt, um den Großteil der für die Energielandschaft angestrebten Technologiebausteine (Agri-PV, Kranstell-PV, Agro-Forst und Biodiversitätsmaßnahmen) darstellen zu können.



Abbildung 5 Gestaltungsplan eines Ausschnittes der Demonstrationsfläche mit Agri-PV und Agro-Forst

KONZEPTENTWICKLUNG UND ERTRAGSANALYSE

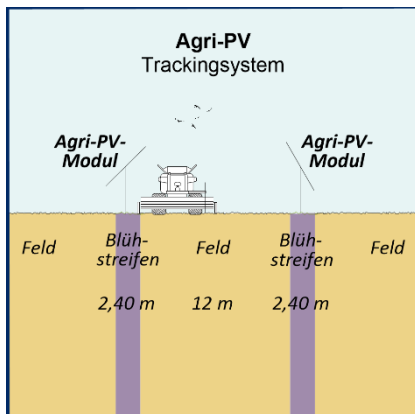


Abbildung 6 Schematische Darstellung Agri-PV Trackingsystem auf der Demonstrationsfläche

Die horizontalen Abstände der Agri-PV-Module wurden dabei mit 12 m so eng wie möglich gewählt, um so den Ertrag aus der Stromerzeugung zu maximieren. Dabei war neben der Bearbeitungsbreite der Erntemaschinen auch die Grenze der zu berücksichtigenden Ertragsverluste von maximal 33 % entscheidend. Die landwirtschaftlich nutzbaren Abschnitte werden hierbei durch 2,40 m breite Blühstreifen voneinander getrennt, deren Breite primär dem Schutz vor Kollisionen zwischen landwirtschaftlichen Maschinen und den PV-Anlagen dient. Die vergleichsweise engen Bearbeitungsbreiten fördern dabei die ökologischen und ökonomischen Faktoren, führen jedoch auch zu Konflikten mit den bisherigen Bewirtschaftungsmethoden ansässiger Landwirte.

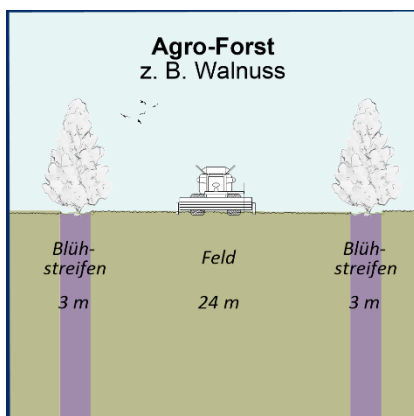


Abbildung 7 Schematische Darstellung Agro-Forst auf der Demonstrationsfläche

Für das Agro-Forst System wurden die Abstände mit 24 m doppelt so breit gewählt wie beim Agri-PV. Dies ermöglicht eine Bearbeitung mit konventionelleren Maschinen, nimmt weniger Platz in Anspruch und verringert die Verschattung der Feldfrüchte. Um die Bäume besser zu schützen, wurde der Blühstreifen darüber hinaus mit 3 m etwas breiter angesetzt.

WIRTSCHAFTLICHE BEURTEILUNG UND BEWERTUNG DES ÖKOLOGISCHEN ZUSATZNUTZENS

6 WIRTSCHAFTLICHE BEURTEILUNG UND BEWERTUNG DES ÖKOLOGISCHEN ZUSATZNUTZENS

Insgesamt belaufen sich die **Investitionskosten** des Gesamtprojektes auf **ca. 79. Mio. €**, sowohl für die Energieerzeugungsanlagen als auch die Agro-Forst-Systeme und weitere Biodiversitätsbausteine. Die Investitionskosten können teilweise durch entsprechende Förderprogramme reduziert werden. Zu den Förderpotenzialen sei auf den Abschlussbericht verwiesen.

Unter Berücksichtigung der Investitionskosten, Wartungskosten, erzielbaren Erträgen aus der Landwirtschaft, Energieerzeugung, landwirtschaftlicher Förderung und Verkauf von Walnüssen und Walnussholz, wurden die Kapitalwerte der Einzelsysteme berechnet. Da insbesondere die Agro-Forst-Systeme erst nach 60 Jahren zusätzliche Erträge durch den Verkauf der Werthölzer erzielen, wird hierfür ein zusätzlicher Kapitalwert mit einer Nutzungsdauer von 60 Jahren ermittelt. Für die Ermittlung der wirtschaftlichen Erträge wird für die Agri-PVA ein erzielbarer Strompreis i. H. v. 8,33 ct/kWh und für die Kranstell-PVA und FF-PV/Böschungs- bzw. Freiflächen-PVA von 5,05 ct/kWh angesetzt. Die erzielbaren Preise der Kranstell-PV und FF-PV/Böschungs-PV orientieren sich an den zuletzt beendeten Ausschreibungsverfahren des 1. Segmentes aus Juli 2024 [Bundesnetzagentur A, 2024].

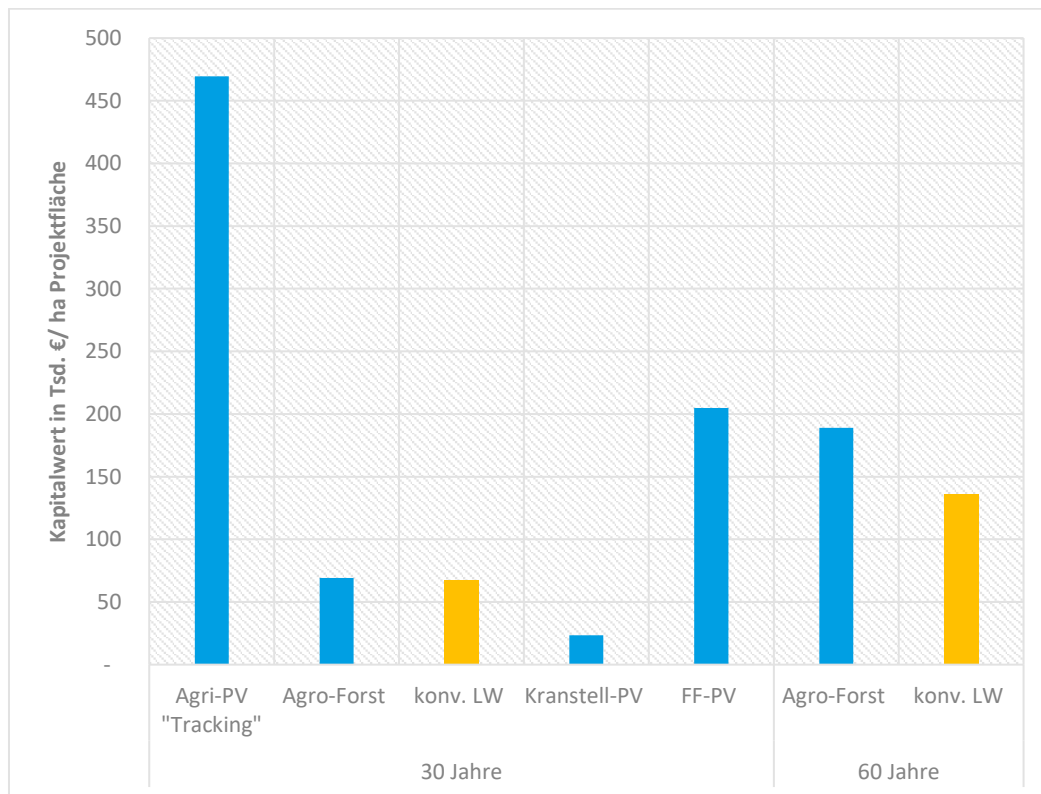


Abbildung 8 Kapitalwerte (eigene Darstellung)

WIRTSCHAFTLICHE BEURTEILUNG UND BEWERTUNG DES ÖKOLOGISCHEN ZUSATZNUTZENS

Insgesamt kann festgehalten werden, dass der Betrieb aller Systeme wirtschaftlich ist. Die wirtschaftlichsten Anlagen sind die Flächen mit der Nutzung durch Agri-PVA. Im Hinblick auf die Vergleichbarkeit mit FF-Böschungs-PV sei hier angemerkt, dass im Rahmen der Machbarkeitsstudie lediglich 2 der 4 ha mit FF-PVA ausgestattet werden, da die restlichen Flächen für Biodiversitäts- und Landschaftselemente vorgesehen werden.

Auch die Agro-Forst-Systeme weisen im Vergleich zur konventionellen Landwirtschaft höhere Kapitalwerte auf. Zwar sind diese im Vergleich zur konventionellen Landwirtschaft im Jahr 30 nur minimal höher, diese steigen aber deutlich im Jahr 60 bei Verkauf der Werthölzer. Insgesamt kann festgehalten werden, dass die Kombination der konventionellen Landwirtschaft mit PVA oder Agro-Forst-Systemen den wirtschaftlichen Betrieb deutlich erhöht. Auf Grund der hohen Investitionskosten bei Agri-PV und den zusätzlichen Erträgen der Agro-Forst-Systeme im 15. und 60. Jahr, müssen die Landwirte oder die Projektentwickler langfristige Planungssicherheiten aufweisen.

Zusätzlich wurden für die Agri-PV, FF-PVA sowie die Kranstell-PVA Stromgestehungskosten ermittelt. Die Anlagen erzielen Gewinne, wenn die Gestehungskosten unterhalb eines über die Ausschreibung der Bundesnetzagentur oder eines Power Purchase Agreements (deutsch: Stromkaufvereinbarung, kurz PPA) erzielten Erlöses liegen. Die höchsten Stromgestehungskosten weisen die Agri-PVA mit ca. 5,1 ct./kWh auf. Dann folgen die Kranstell-PVA mit ca. 4,7 ct/kWh sowie die Freiflächen- bzw. Böschungsanlagen mit ca. 3,1 ct./kWh. Die Vermarktungsmöglichkeiten der Agri-PVA liegen aktuell bei 2-3 ct/kWh, die der Kranstell-PVA 0,5 bis 1 ct/kWh und die der FF-PVA ca. 2ct/kWh über den ermittelten Stromgestehungskosten. Somit kann festgehalten werden, dass die erzielbaren Preise für die Vermarktung über den Stromgestehungskosten der Anlagen liegen und die Anlagen somit als rentabel bewertet werden können.

Neben der wirtschaftlichen Bewertung findet eine **ökologische Bewertung** des vorgestellten Konzeptes statt. Die Bewertung des ökologischen Zusatznutzens erfolgt qualitativ an Hand von zuvor definierten Parametern im Vergleich zu anderen Landschaftsformen.

Der **ökologische Zusatznutzen** beschreibt hier die (ökologischen) Vorteile, die ein System zusätzlich zu seinem Hauptnutzen leistet und somit zur Verbesserung der Umwelt beitragen kann. In Bezug auf ihren ökologischen Zusatznutzen, wurden die Landschaftsformen „naturnahe Landschaft“ (A), „konventionelle Landwirtschaft“ (B) und das in dieser Machbarkeitsstudie vorgestellte Konzept mit Agri-PV und Agro-Forst (C) untersucht. Die für die Bewertung des ökologischen Zusatznutzens gewählte Bewertungsskala gibt den Grad der positiven Wirkung und/oder der Ökosystemdienstleistung wieder.

WIRTSCHAFTLICHE BEURTEILUNG UND BEWERTUNG DES ÖKOLOGISCHEN ZUSATZNUTZENS

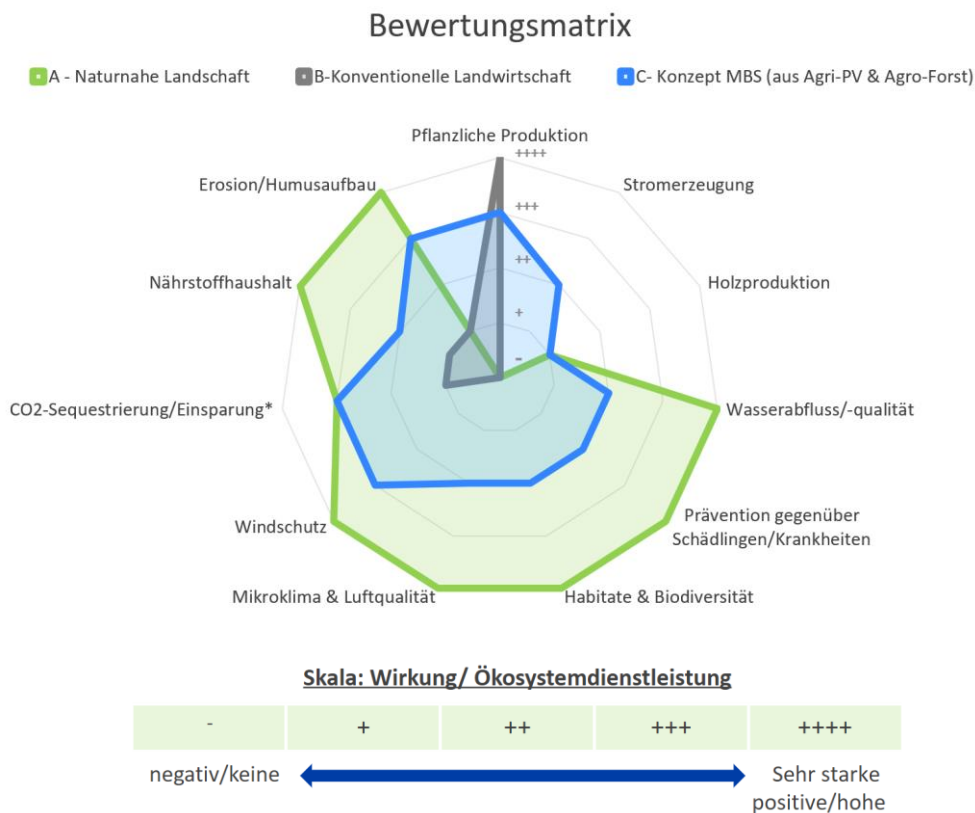


Abbildung 9 Bewertung des ökologischen Zusatznutzens der drei unterschiedlichen Landschaftskonzepte (eigene Darstellung)

In der Bewertung von Konzept C "Agri-PV & Agro-Forst" wurde allen Parametern eine geringe bis hohe Ökosystemdienstleistung zugewiesen, da hier neben dem landwirtschaftlichen Erwerb auch die ökologische Vielfalt und Stromproduktion im Vordergrund stehen. Durch die Agri-PVA wird Solarstrom erzeugt und gleichzeitig Landwirtschaft betrieben, wodurch hohe positive Wirkungen in pflanzlicher Produktion, Stromerzeugung und CO₂-Einsparung erzielt werden. Durch die Kombination von Schutz des Bodens durch die Agri-PVA und die Baumstreifen (inkl. Sträucher, Hecken, uvm.) des Agro-Forst-Systems, existieren vielerlei Habitats und somit eine höhere Biodiversität. Zudem können sie einen Beitrag zum Wind- und Erosionsschutz leisten. Das Konzept C weist eine prozentual höhere Vegetationsdichte auf als die konventionelle Landwirtschaft (Konzept B). Damit erhöht sich die Resilienz des Systems, verbessert die Wasser- und Luftqualität sowie das Mikroklima und stabilisiert den Nährstoffhaushalt [DeFAF, 2024]. Durch die verbesserte Wasserrückhaltung des Bodens, den Schutz vor Erosion durch Wind und Wasser sowie den Schutz vor starker Sonneneinstrahlung und Austrocknung, leistet das Agro-Forst-System in der Summe einen maßgeblichen Beitrag zu einer deutlich erhöhten Klimawandelresilienz. Landwirtschaftliche Flächen werden folglich stärker vor einem wärmeren Klima und häufigeren Extremwetterereignissen geschützt. Insgesamt kann festgehalten werden, dass das Konzept mit Agri-PV und Agro-Forst (C) die jeweiligen Vorteile der Konzepte A und B aufgreift und in einem neuen System gewinnbringend vereint. Die Einflüsse von Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen wirken sich dabei positiv auf die landwirtschaftliche Nutzung aus.

7 BEWERTUNG , AUSBLICK UND NÄCHSTE SCHRITTE

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurden rechtliche, technische und wirtschaftliche Fragestellungen erörtert und bewertet. Insgesamt kann festgehalten werden, dass aus **wirtschaftlichen** Gesichtspunkten eine Umsetzung aller Systeme zu empfehlen ist.

Im Hinblick auf die **technische** Beurteilung kann festgehalten werden, dass Agri-PVA und Agro-Forst-Systeme aus technischen Gesichtspunkten auf den landwirtschaftlichen Flächen integriert werden können. Jedoch bleibt dabei die Herausforderung der Vereinbarkeit mit dem landwirtschaftlichen Betrieb zu berücksichtigen. Für die Agri-PVA wurde ein Anlagenkonzept mit Arbeitsbreiten von 12 m vorgestellt. Mit diesem Anlagenkonzept lassen sich höhere wirtschaftliche Erträge erzielen, jedoch müssten die landwirtschaftlichen Betriebe bezüglich der Arbeitsbreite voraussichtlich in passende Bearbeitungsmaschinen investieren, da die derzeit verwendeten Bearbeitungsmaschinen der konsultierten Landwirte, insbesondere auf Grund der Spritzen, eine Arbeitsbreite von 27 m aufweisen.

Was vor der Umsetzung der technischen Lösungen der PVA jedoch erforderlich ist und ggf. eine Herausforderung darstellen kann, sind Prüfungen und Genehmigungen durch die Netzbetreiber und ggf. die RWE Power AG. Da für PVA auf Flächen im Außenbereich eine Baugenehmigung einzuholen ist, braucht es zusätzlich die Zustimmung der Behörden.

Die **rechtlichen** Herausforderungen sind beim Bau der PVA höher als beim Bau der Agro-Forst-Systeme. Da sich die Anlagen nicht im privilegierten Bereich entlang der Autobahn befinden, müssten eine Änderung des Flächennutzungsplanes sowie ein Bebauungsplanverfahren angestrebt werden. Zum Erhalt der Agroförderung sei zudem auf die im Endbericht vorgestellten Vorgaben verwiesen. Insgesamt kann festgehalten werden, dass bei einer entsprechenden Planung und Umsetzung wenige übergeordnete Anforderungen dem Projekt entgegenstehen. Die Eigentumsverhältnisse im Projektgebiet sind zudem nicht eindeutig geklärt. Erst nach Abschluss des Flurordnungsverfahrens und der damit einhergehenden Klärung der Eigentumsverhältnisse kann eine Entwicklung angestoßen werden.

In der Machbarkeitsstudie wurden zudem verschiedene **Entwicklungsoptionen** erörtert. Zu den wesentlichen Optionen zur Entwicklung der Agri-PVA gehören insbesondere der Bau und Betrieb durch die Landwirte sowie der Bau und Betrieb durch Dritte. Hier wird insbesondere eine Kooperation zwischen RWE und den Landwirten als favorisierte Entwicklungsoption empfohlen. Dies ermöglicht der RWE frühzeitig die PVA auf den landwirtschaftlichen Flächen zu realisieren, diese anschließend zu betreiben und mit Klärung der Eigentumsverhältnisse mit einem entsprechenden finanziellen Ausgleich an die Landwirte zu übergeben. Dies hätte den Vorteil, dass eine frühzeitige Entwicklung möglich ist und der Betrieb durch die RWE entsprechend erprobt wird. Ein wichtiger Aspekt hierbei ist, dass die Landwirte bereits frühzeitig in die Projektierung eingebunden werden. Daher erfordert diese Option eine enge Abstimmung und Koordination zwischen den Landwirten und der RWE. Aus Sicht der Verfasser bietet diese Entwicklungsoption die höchste (und möglicherweise sinnvollste) Umsetzungswahrscheinlichkeit. Bei der Umsetzung der Agro-Forst-Systeme wurden im Rahmen der Machbarkeitsstudie ebenfalls Entwicklungsoptionen für die Herstellung und den Betrieb durch die Landwirte oder Dritte dargestellt. Welche Variante hier als favorisiert anzusehen ist, ist insbesondere abhängig von dem

BEWERTUNG , AUSBLICK UND NÄCHSTE SCHRITTE

zukünftigen Landwirt oder der zukünftigen Landwirtin und deren Expertise im Hinblick auf eine Forstbewirtschaftung. Da die Kranstell-PVA nicht im Eigentum der Landwirte ist, könnten diese Anlagen durch den Eigentümer bzw. Betreiber der Windenergieanlagen umgesetzt werden. Die Flächen entlang des Sees sind ebenfalls nicht im Eigentum der Landwirte, sodass hier die die Entwicklung der FF-PVA durch Dritte oder die RWE als sinnvollste Option gesehen wird.

Die aufgeführten Optionen sind nicht abschließend, stellen allerdings die relevantesten Handlungsmöglichkeiten dar. Letztendlich muss zeitnah ein enger und konstruktiver Austausch zwischen den involvierten Parteien erfolgen.



Abbildung 10 Visualisierung Agro-Forst-Systeme (eigene Darstellung)

BEWERTUNG , AUSBLICK UND NÄCHSTE SCHRITTE



Abbildung 11 Visualisierung Kranstell-PV (eigene Darstellung)

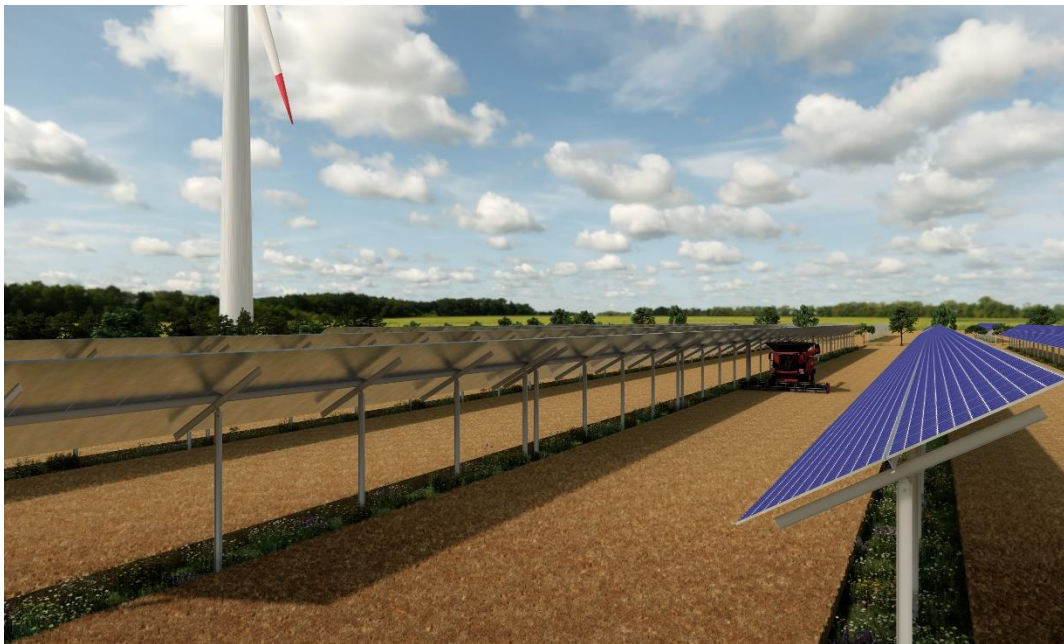


Abbildung 12 Visualisierung Agri-PV-Anlagen (eigene Darstellung)

BEWERTUNG , AUSBLICK UND NÄCHSTE SCHRITTE



Abbildung 13 Visualisierung Agro-Forst-Systeme (eigene Darstellung)



Abbildung 14 Visualisierung Agri-PV-Anlagen (eigene Darstellung)

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Gefördert durch:

Die Landesregierung
Nordrhein-Westfalen



LANDFOLGE
GARZWEILER
ZWECKVERBAND

DREES &
SOMMER