

**DREES &
SOMMER**

**MACHBARKEITSSTUDIE
ENERGIELANDSCHAFTEN**

KUCKUM, 08.11.2024

01 Planungsprämissen und Anforderung

02 Konzeptentwicklung, Landnutzungen, Technologien & Bausteine

03 wirtschaftliche & ökologische Bewertung

04 Entwicklungsoptionen und nächste Schritte



AGENDA

PROJEKTGEBIET

Energielandschaft

- Projektgebiet umfasst etwas 13 km² (blauer Kasten)
- Übergeordnetes Ziel ist die landwirtschaftlich rekultivierten Flächen im Projektgebiet für die regenerative Energieerzeugung zu nutzen
- Konkretisierung des Konzeptes auf ein Teilbereich im Maßstab eines landwirtschaftlichen Betriebes von ca. 100 bis 200 ha (siehe nächste Folie)

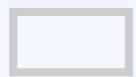


FLÄCHENVERORDNUNG - PLANGRUNDLAGE

LEGENDE



Planung
Energiewirtschaftslandschaften



Planung RWE (Flächen
PV und Windkraft)



01 Planungsprämissen und Anforderung

02 Konzeptentwicklung, Landnutzungen, Technologien & Bausteine

03 wirtschaftliche & ökologische Bewertung

04 Entwicklungsoptionen und nächste Schritte



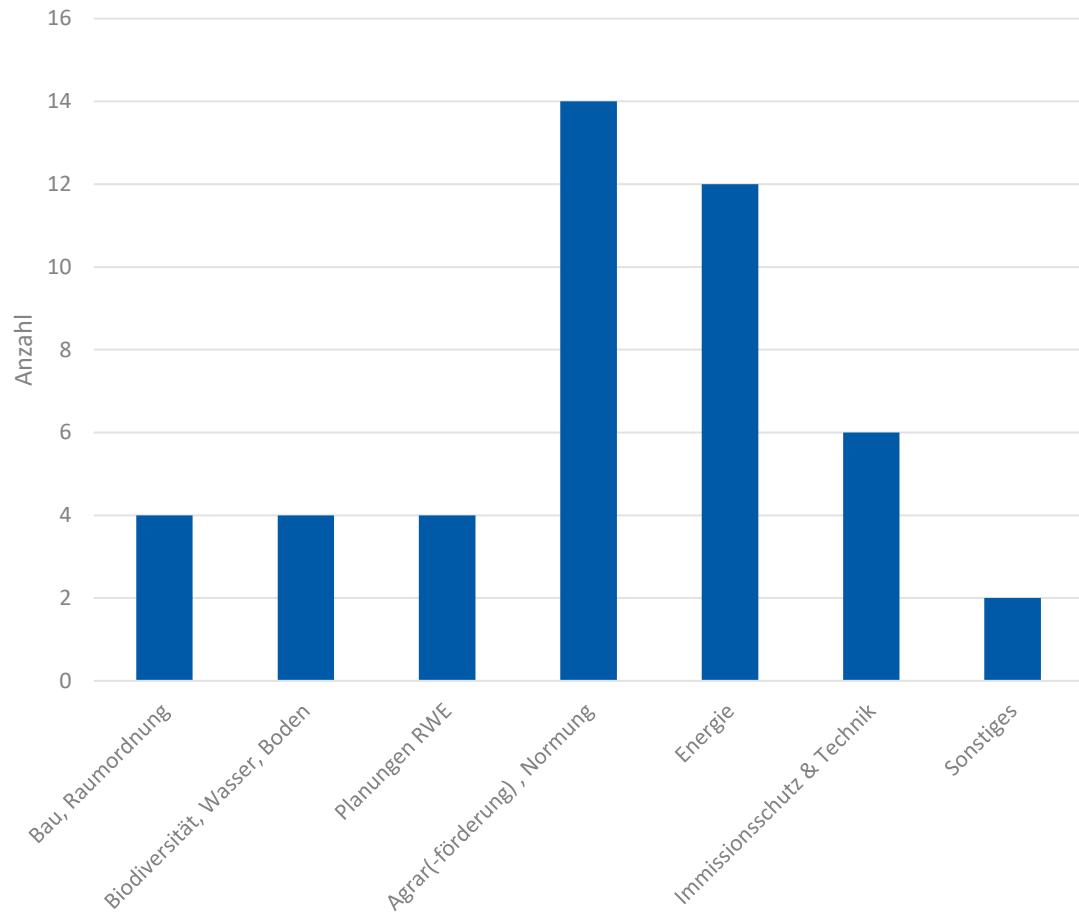
AGENDA

HINTERGRUND BAUSTEINE UND STRATEGIEKONZEPT

Vorgaben und Planungsprämissen

Übergeordnete Anforderungen	Relevanz/Einfluss für das Projekt
Baugesetzbuch, Bauordnungen, Landesentwicklungsplan	Insbesondere Relevanz für die energieerzeugenden Anlagen wie Agri-PV, FF-PV, Kranstell-PV relevant. Da die Anlagen nicht privilegiert sind, eine Aufstellung des B-Plans notwendig
Biodiversitätsstrategie NRW auf Basis des NBS	Die Biodiversitätsstrategie NRW aus dem Jahr 2015 ist eine zentrale Leitlinie für den Erhalt der biologischen Vielfalt in Nordrhein-Westfalen. Sie formuliert konkrete Ziele und Maßnahmen zur Förderung der Biodiversität und dient als Grundlage für den Naturschutz im Land.
Ziele und Planungen RWE (Jahresbericht, Leitziele, Wind & FF-PV-Planungen)	Berücksichtigung der Planungen und Ziele auf der Tagebaufläche durch RWE. Das Gesamtkonzept soll die Vernetzung erhöhen, aktuelle Planungen von RWE berücksichtigt (FF-PV, Windenergie, Maßnahmen zu Steigerung der Biodiversität) erhöhen und Synergie genutzt werden.
Agrarförderungen (EU-Direktzahlungen GAP, Ökoförderungen, Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen)	Konkrete Anforderungen im Hinblick auf Mindestgrößen, Ausgestaltung der Bausteine und Systeme um (zusätzliche Fördermöglichkeiten) zu gewährleisten
Technische Anforderungen laut DIN SPEC 91434:2021-05	Zahlreiche Vorgaben für die Ausgestaltung von Agri-PV-Anlagen
Weitere Anforderungen	Relevanz/Einfluss für das Projekt
Flurordnungsverfahren und Eigentumsverhältnisse	Flächenaufteilung und Eigentumsverhältnisse sind ungeklärt. Möglichst flexible Gestaltung des Gesamtkonzeptes/Bausteine.
Hoher Innovationsgrad, Schaffung eines nachhaltigen Lebensraums und Vereinbarkeit mit der Landwirtschaft	Berücksichtigung von innovativen Bausteinen wie Agri-PV, Kranstell-PV, Landwirtschaftselemente oder auch Agro-Forst-Systeme und Vereinbarkeit mit einer landwirtschaftlichen Nutzung

ÜBERBLICK DER ANFORDERUNGEN



Insgesamt wurden ca. **46 Vorgaben** im Hinblick auf die Umsetzungsfähigkeit bewertet und im Konzept entsprechend berücksichtigt. Auf folgende wichtige Anforderungen wird kurz eingegangen:

- **Bau/Privilegierung:** Die Anlagen sind gem. § 35 Abs. 1 Nr. 9 BauGB nicht privilegiert. (Privilegierte Flächen bereits durch RWE belegt) Folglich wird die Erforderlichkeit der Aufstellung eines Bebauungsplans für die Errichtung der Anlagen vorausgesetzt
- **Agrarförderung:** Um möglichst hohe Förderungen zu erhalten, sind die GP-Vorgaben und Vorgaben aus den Ökorichtlinien zu berücksichtigen. Insbesondere relevant für die Agro-Forst, Agri-PV und Biodiversitätsmaßnahmen
- **DIN-SPEC 91434:** Zahlreiche Anforderung für Agri-PV-Anlagen im Hinblick auf Aufständigung, Flächenverluste, Lichtverfügbarkeit, Rückbau, Landnutzungseffizienz etc. mit Förder- und Genehmigungsrelevanz
- **Energie:** Vorgaben aus EEG, EnWG, StromStG wurden bei der Konzeptentwicklung berücksichtigt (Betreibermodelle, Ausschreibung etc.)
- **Erbschaftssteuer:** land- und forstwirtschaftliche Betriebe, die Agri-PV-Anlagen die nach Kat 1 und Kat2 der DIN SPEC errichten, bleiben steuerfrei in der Erbschaftssteuer. Die Anlagen werden nach der DIN SPEC ausgeführt

01 Planungsprämissen und Anforderung

02 Konzeptentwicklung, Landnutzungen, Technologien & Bausteine

03 wirtschaftliche & ökologische Bewertung

04 Entwicklungsoptionen und nächste Schritte



AGENDA

ABLAUF DER KONZEPTENTWICKLUNG

Landnutzungen, Technologien, Bausteine



LANDWIRTSCHAFTLICHE NUTZUNG

Angebaute Ackerkulturen im Rheinischen Braunkohlerevier



Getreide:

Winterweizen, Sommerweizen, Winter Triticale, Winter Hafer, Mais & Silomais



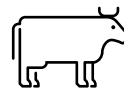
Hackfrüchte:

Zuckerrüben & Kartoffeln



Ölsaaten:

Raps



Ackerfutter:

Ackergras, Luzerne



Eiweißpflanzen:

Ackerbohnen



Dauergrünland:

Grünland

90 %

FESTLEGUNG DER FRUCHTFOLGE

Wahl einer Fruchtwechselwirtschaft



Im Rahmen der Konzeption wurde die eine Fruchtwechselwirtschaft mit **Zuckerrüben, Winterweizen, Kartoffeln und Wintergerste** gewählt. Diese sind zu den in der Region angebauten Ackerfrüchten passend und sowohl für die Verwendung von Vertikalanlagen als auch den Tracking-Anlagen verwendbar. Für die Ermittlung der Ertragsverluste als auch für die Berücksichtigung in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung (landwirtschaftliche Erträge) wurde diese Fruchtfolge berücksichtigt. Grundsätzlich wird eine Variation einer Fruchtfolge für einen langfristigen Betrieb empfohlen. In der unten aufgeführten Tabelle sind die zeitliche Abfolge der Ackerfrüchte pro Jahr und Monat dargestellt worden.

Monat/ Jahr	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1			ZR S						ZR E	WW S		
2								WW E				
3				K S				K E	WG S			
4							WG E					

Legende: ZR: Zuckerrüben, WW: Winterweizen, K: Kartoffeln, WG: Wintergerste, S: Aussaat, E: Ernte

AGRI-PV-ANLAGEN

Anlagenvergleich und Wirtschaftlichkeitsvergleich

Kennwerte	Vertikale Anlage	Tracking Anlage
	 <p>© Next2Sun</p>	 <p>© Doppelernte</p> <p style="background-color: #90EE90; padding: 2px;">Empfehlung</p>
Arbeitsbreite	12 m	12 m
Leistung pro Hektar [kWp/ha]	ca. 260	ca. 602
Ertrag pro Hektar [MWh/ha]	ca. 270	ca. 715
Landwirtschaftliche Erträge [€/ha]	ca. 1.656 €	ca. 1.432 €
Kapitalwert [€/ha]	ca. 251 Tsd. €	ca. 522 Tsd. €
Stromgestehungskosten[ct/kWh]	4,7	4,9
Sonstige Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Geringer landwirtschaftlicher Flächenverlust • Geringere Verschattung der Kulturen 	<ul style="list-style-type: none"> • Beide sind wirtschaftlich: Höhere Stromerträge und Innovationsgrad • Leichtere Bewirtschaftung der Felder ("Arbeitsstellung") • Durch smartes Tracking: Kontrolle der Verschattung und der Erosion

➤ **Beide Systeme weisen eine hohe Wirtschaftlichkeit auf. Im Hinblick auf den höheren Innovationsgrad, Energieerträge und sonstigen Vorteilen wird das Tracking-System empfohlen**

FESTLEGUNG AGROFORST

Zusätzliche Bewirtschaftung und diversifiziertes Einkommen



© Mareike Jäger, SilvoCultura

Wesentliche Hinweise

siehe Schulz et al. (2020)

Streifenbreite: 3m

Bewirtschaftungsbreite: 12-24m (max. 30m)

Doppelte Flächennutzung: Agro-Forst als kombinierter Anbau von Feldfrüchten und Bäumen

- Wertholzproduktion als zusätzliche Einkommensquelle
- Erosionsschutz, Klimaregulation und Nährstoffanreicherung.
- Wird insbesondere in der „innovativen Variante“ gewählt
- Höhere ökologische Wirkung mit 3m Streifenbreite





Beispiel

Werthölzer: Walnuss
Feldfrucht: Weizen

FESTLEGUNG - WINDENERGIEANLAGEN

Wirtschaftliche Bewertung

Keine Empfehlung

Rotorfläche	48	m ²	Windgeschwindigkeit	Rotorleistung	bei 3200 h/a	CAPEX	Abschreibung AfA	Annuität 4%	OPEX 3%	Gesamtkosten	Stromgestehungskosten bei 3200 h/a	Stromgestehungskosten bei 8760 h/a		
	Leistungsbeiwert	50%	Kontrolle	4,00 m/s	0,94 kW	3.023 kWh/a	260.000 €	16 Jahre	22.313 €	7.800 €/a	481.811 €	9,96 €	2,91 €	
			Kontrolle	6,00 m/s	3,19 kW	10.202 kWh/a	800.000 €	16 Jahre	68.656 €	24.000 €/a	1.482.496 €	9,08 €	2,65 €	
			Kontrolle	8,00 m/s	7,56 kW	24.183 kWh/a	260.000 €	16 Jahre	22.313 €	7.800 €/a	481.811 €	1,25 €	0,36 €	
			Kontrolle	16,00 m/s	60,46 kW	193.462 kWh/a	260.000 €	16 Jahre	22.313 €	7.800 €/a	481.811 €	0,16 €	0,05 €	
				20,70 m/s	130,92 kW	418.936 kWh/a								
				37,90 m/s	803,53 kW	2.571.307 kWh/a								
			laut Angabe	4,00 m/s	130,00 kW	416.000 kWh/a	260.000 €	16 Jahre	22.313 €	7.800 €/a	481.811 €	0,07 €	0,02 €	
			laut Angabe	8,00 m/s	260,00 kW	832.000 kWh/a	260.000 €	16 Jahre	22.313 €	7.800 €/a	481.811 €	0,04 €	0,01 €	
12 m ²		2 kW												
		2000 kWh/a	1500	0,046875										
			Volllaststunden	Narbenhöhe	nach Winddaten	CAPEX	Abschreibung AfA	Annuität 4%	OPEX 3%	Gesamtkosten	Stromgestehungskosten			
	3,5 kW		344 h	10 m	1.272 kWh/a	16.895 €	16 Jahre	1.450 €	507 €/a	31.308 €	1,54 €			
			829 h	20 m	3.067 kWh/a	20.735 €	16 Jahre	1.779 €	622 €/a	38.424 €	0,78 €			
			1364 h	30 m	5.048 kWh/a	30.565 €	16 Jahre	2.623 €	917 €/a	56.641 €	0,70 €			
	3 kW		140 h	10 m	420 kWh/a	9.000 €	16 Jahre	772 €	270 €/a	16.678 €	2,48 €			
			427 h	20 m	1.281 kWh/a	9.000 €	16 Jahre	772 €	270 €/a	16.678 €	0,81 €			
			720 h	30 m	2.159 kWh/a	9.000 €	16 Jahre	772 €	270 €/a	16.678 €	0,48 €			
	5 kW		370 h	10 m	1.850 kWh/a	25.000 €	16 Jahre	2.145 €	750 €/a	46.328 €	1,57 €			
			1024 h	20 m	5.119 kWh/a	25.000 €	16 Jahre	2.145 €	750 €/a	46.328 €	0,57 €			
			1721 h	30 m	8.604 kWh/a	25.000 €	16 Jahre	2.145 €	750 €/a	46.328 €	0,34 €			

Nicht wirtschaftlich

FESTLEGUNG– PV-TECHNOLOGIEN AUF KONVERSIONSFLÄCHEN

PV-Anlagen auf Kranstellflächen

Empfehlung

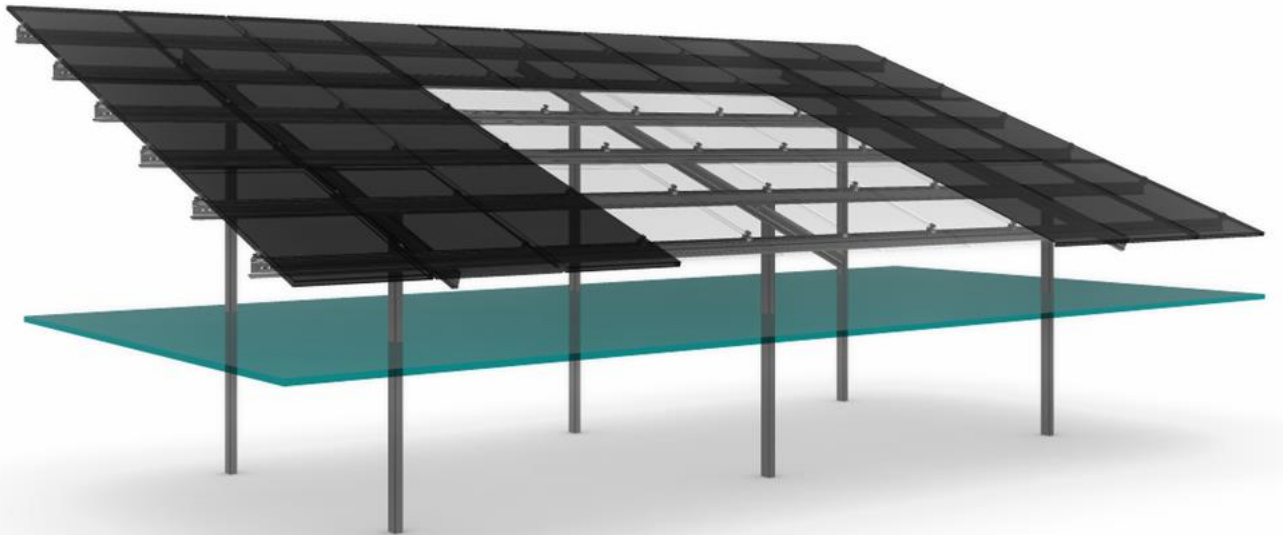


Allgemein

- **Doppelte Flächennutzung:** Die ungenutzten Flächen neben Windkraftanlagen werden effizient genutzt, um Solarstrom zu erzeugen.
- Flächen waren schon Teil der Baugenehmigung = gute Chancen für PV-Genehmigung
- Baugenehmigung für PV-Anlage als „mitgezogene Privilegierung“ möglich
- Wirtschaftlich darstellbar auf Grund der Stromgestehungskosten zwischen 4 und 6 ct/kWh
- **Verwendung wird empfohlen**

FESTLEGUNG– PV-TECHNOLOGIEN AUF BÖSCHUNGSANLAGEN

PV-Anlagen auf den Böschungsflächen



© Schletter Solar GmbH

Empfehlung

Allgemein

- **Böschung-PV** entlang des Sees entspricht einer klassischen Freiflächenanlage mit spezifischen Ertragswerten. Ggf nachgeführtes (Tracking-System) sein
- Wird ausgelegt, dass es laut EEG unter die besonderen Anlagen fällt
- Hierfür sind entsprechende Biotopolelemente zu verwenden, ein Biodiversitätskonzept durchzuführen und eine maximale Aufstellung von 60% zu berücksichtigen
- Wirtschaftlich darstellbar auf Grund der Stromgestehungskosten zwischen 4 und 6 ct/kWh
- **Verwendung wird empfohlen**

BAUSTEINE BIODIVERSITÄT

Wahl der Maßnahmen



Blühstreifen und PV kombinieren

4-5% Leistungssteigerung durch kühlenden Effekt möglich. **Nachweislich** erhöhte Bestäuberdichte



Heckenstrukturen

Lebensraum für 7000 heimische Arten
Ca. 5 € pro Setzling



Steinhaufen und Steilwände

Steilwand als Nistplatz für 300 Wildbienenarten
Ab ca. 100€ pro t Material



Totholz

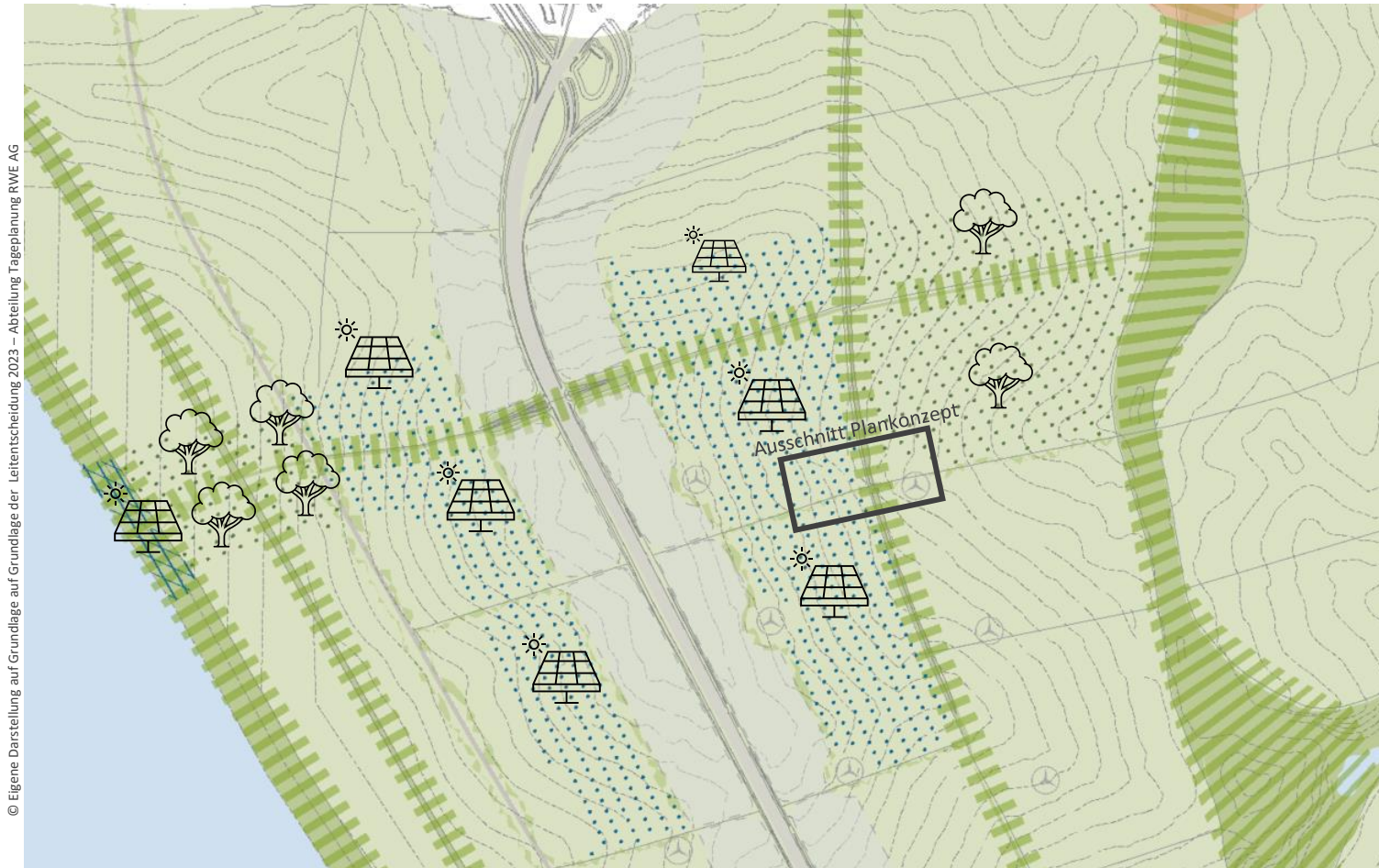
1350 Arten sind auf Totholz angewiesen
Ab 0€ Materialkosten bei Abfallverwendung

Wesentliche Hinweise

- Ergänzende Maßnahmen für die Erhöhung des ökologischen Zusatznutzen
- Es werden insbesondere Blühstreifen, Totholzhaufen, Heckenstrukturen genutzt

VERORTUNG UND AUSZUG AUS DEM STRATEGIEKONZEPT

Gesamtflächen ca. 200 ha



© Eigene Darstellung auf Grundlage der Leitentscheidung 2023 – Abteilung Tagesplanung RWE AG



Agri-PV, FF-PV & Kranstell-PV mit ca.
74 MWp Leistung & 88 GWh Ertrag



Agro-Forst mit Walnussbäumen mit ca.
**60 t Wallnüssen p.a. & 4.700 fm
Walnussholz nach 60 Jahren**



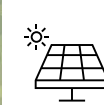
Anbau von Weizen, Kartoffeln, Wintergerste
und Zuckerrüben



Integration von Blühstreifen, Krautsaum,
Hecken Landschaftselemente

ÜBERSICHT DES PLANKONZEPTEES

Darstellung in 1:500



- Ost-West-Ausrichtung
- Arbeitsbreite 12 m, Vorwegwände 15 m
- Breite Blühstreifen unterhalb PV 2,4 m
- Flächenverluste ca. 14%



- „Nord-Süd“- Aufstellung
- Arbeitsbreite 24 m, Breite Blühstreifen 3 m
- Flächenverluste ca. 11%



- Ertragsverluste Flächen mit Agri-PV: 32%
- Ertragsverluste Flächen mit Agro-Forst: 24% ab dem 15. Jahr



- Ca. 14% der Gesamtfläche sind mit Blühstreifen Landschaftselemente, Biodiversitätsmaßnahmen ausgestattet

01 Planungsprämissen und Anforderung

02 Konzeptentwicklung, Landnutzungen, Technologien & Bausteine

03 wirtschaftliche & ökologische Bewertung

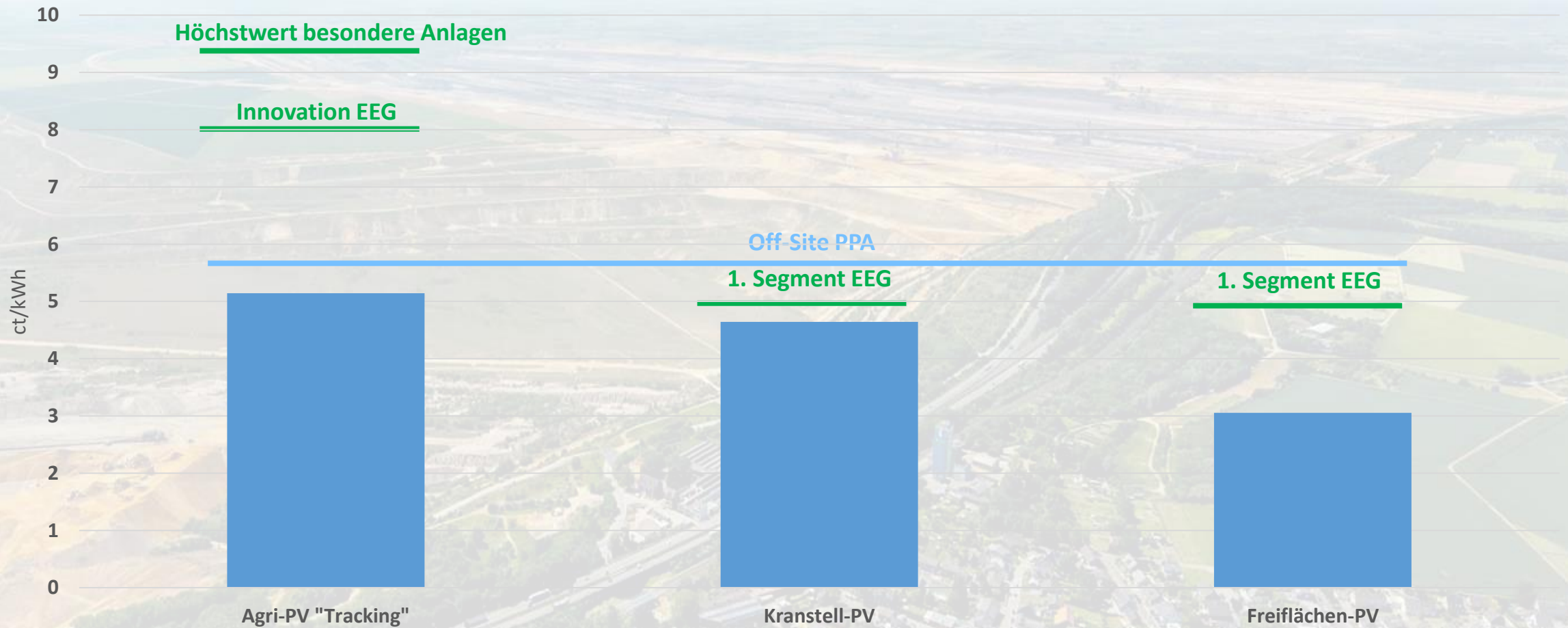
04 Entwicklungsoptionen und nächste Schritte



AGENDA

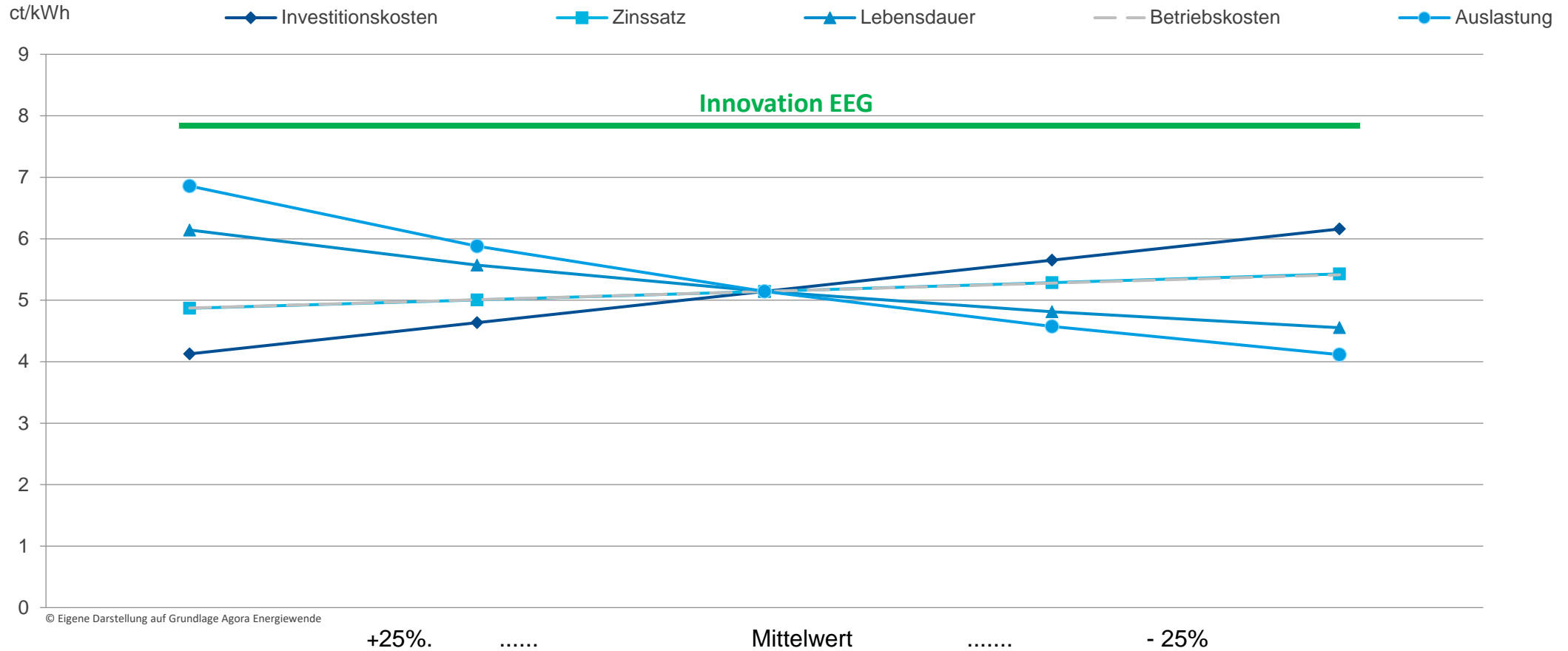
WIRTSCHAFTLICHE BEWERTUNG DER EINZELSYSTEME

Stromgestehungskosten = Kosten für Errichtung und Betrieb/Ertrag der Anlage



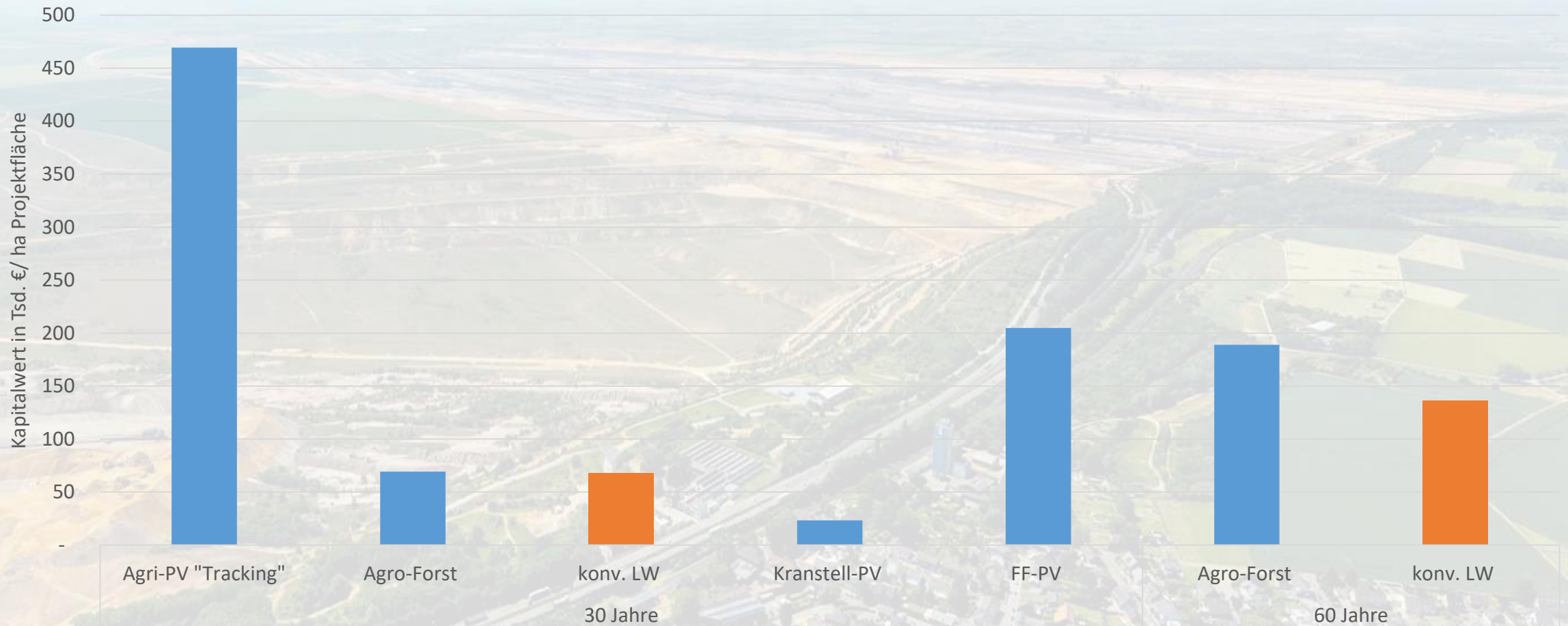
SENSITIVITÄTSANALYSE AGRI-PV-ANLAGE

Einfluss der Einzelparameter



WIRTSCHAFTLICHE BEWERTUNG KAPITALWERTBETRACHTUNG

Alternativsysteme erhalten deutlich höhere Kapitalwert = höhere Wirtschaftlichkeit



ÖKOLOGISCHE BEWERTUNG

Vergleich der (Öko-)Systemdienstleistung mit der gewählten Energielandschaft

Naturnaher Landschaft:

„Eine naturnahe Landschaft ist eine Landschaft, die nur geringfügig durch menschliche Aktivitäten verändert wurde“

Quelle: Spektrum – Lexikon der Geographie



© alexmondialu – Fotolia.com

Konventionelle Landwirtschaft:

„Bezeichnung für die heute vorherrschende, rationelle und durch den Einsatz wissenschaftlich-technischer Entwicklungen geprägte Form der Landbewirtschaftung“

Quelle: Agrarraum.info – Lexikon des Agrarraums



© vovashevchuk – gettyimages.com

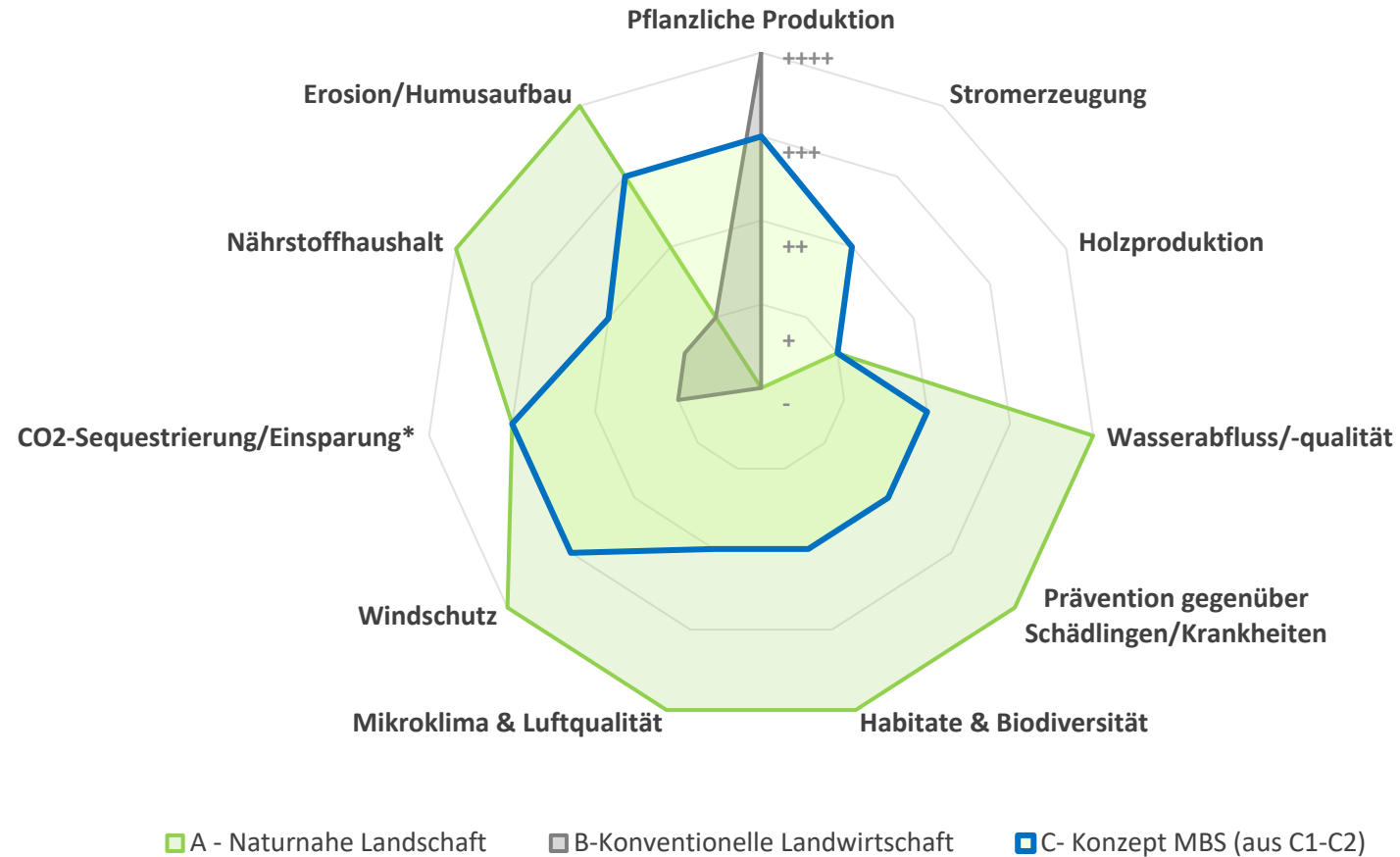
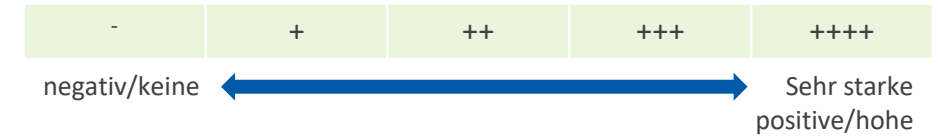
Gewählte Bewertungsparameter (qualitativ)

- Pflanzliche Produktion
- Stromerzeugung
- Holzproduktion
- Wasserabfluss/-qualität
- Prävention gegenüber Schädlingen/Krankheiten
- Habitate & Biodiversität
- Mikroklima & Luftqualität
- Windschutz
- CO₂-Sequestrierung/Einsparung*
- Nährstoffhaushalt
- Erosion/Humusaufbau

ÖKOLOGISCHE BEWERTUNG

Vergleich der drei Systeme

Skala: Wirkung/ Ökosystemdienstleistung



01 Planungsprämissen und Anforderung

02 Konzeptentwicklung, Landnutzungen, Technologien & Bausteine

03 wirtschaftliche & ökologische Bewertung

04 Entwicklungsoptionen und nächste Schritte



AGENDA

ENTWICKLUNGSOPTIONEN

Agro-PV-Anlagen

Bau und Betrieb durch Landwirte

- Die Landwirte errichten und betreiben die Agri-PV-Anlage

Option 1

Bau und Betrieb durch RWE

- Landwirte verpachten Flächen an RWE
- RWE baut und betreibt die Agri-PVA

Option 2

Kooperation von Landwirten und RWE

- RWE baut und betreibt die Agri-PVA frühzeitig
- Nach Flurordnungsverfahren übergibt RWE die Anlagen an die Landwirte für einen entsprechenden Buchwert

Option 3

Bau und Betrieb durch Dritte

- Landwirte verpachten Flächen an Dritte
- Dritte bauen und betreiben die Agri-PVA

Option 4

Agro-Forst-Systeme

Bewirtschaftung durch Landwirte

- Die Landwirte bewirtschaften Ackerfrüchte und Baumreihen der Agro-Forst-Systeme

Option 1

Bewirtschaftung durch Dritte(n)

- Landwirte verpachten Flächen an Dritte und übertragen die Bewirtschaftung

Option 2

ZEITLICHER ABFOLGE

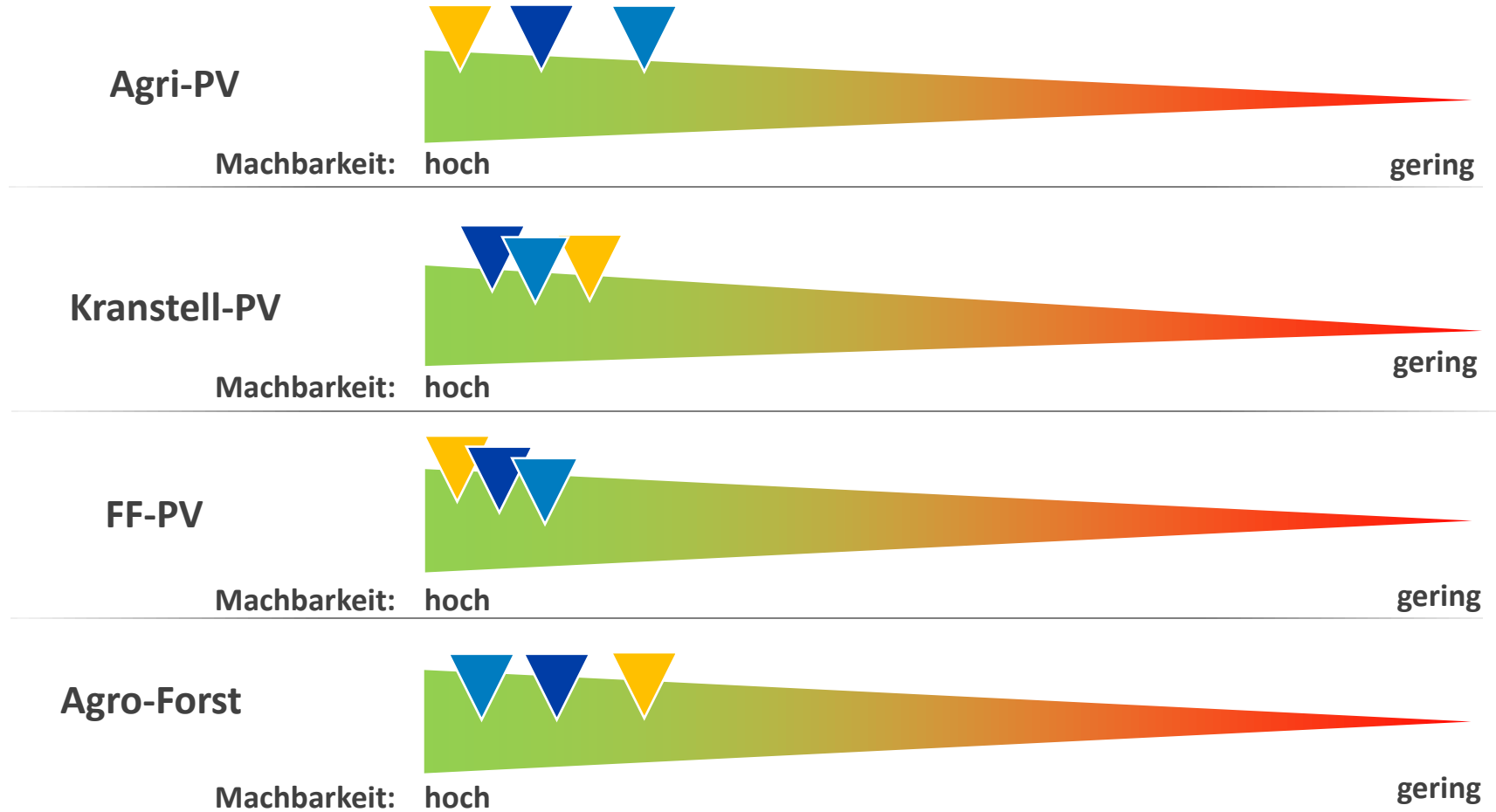


- Ermittlung der zeitlichen Abfolge für eine mögliche Umsetzung der Projekte.
- Umsetzungszeiträume zwischen 6 Monate und 2,5 Jahren.
- Planung des Flurordnungsverfahren nicht berücksichtigt.



BEWERTUNG DER MACHBARKEIT

-  technisch
-  wirtschaftlich
-  rechtlich











**UNITING
OPPOSITES
TO CREATE
A WORLD
WE WANT
TO LIVE IN**

**DREES &
SOMMER**