



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences

Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften
Nachhaltiges Agrarmanagement

Prof. Dr. Clemens Fuchs

Prof. Dr. Jörg Oldenburg

Masterarbeit

**Formen und Wirtschaftlichkeit der Doppelnutzung von
konventionellen Legehennenausläuflächen und
Photovoltaikanlagen in Niedersachsen**

Vorgelegt von: Rieke Plenter

urn:nbn:de:gbv:519-thesis-2024-0165-6

Neubrandenburg, 10.09.2024

Inhaltsverzeichnis

I.	Abkürzungsverzeichnis.....	5
II.	Abbildungsverzeichnis.....	7
III.	Tabellenverzeichnis.....	9
1	Einleitung	1
1.1	<i>Problemstellung.....</i>	<i>1</i>
1.2	<i>Zielsetzung.....</i>	<i>1</i>
1.3	<i>Aufbau der Arbeit</i>	<i>2</i>
2	Stand des Wissens.....	3
2.1	<i>Technologie von Solarzellen</i>	<i>3</i>
2.1.1	<i>Arten von Solaranlagen.....</i>	<i>4</i>
2.1.2	<i>Agri- PV</i>	<i>5</i>
2.1.3	<i>Globalstrahlung.....</i>	<i>7</i>
2.2	<i>Erneuerbare-Energien-Gesetz.....</i>	<i>7</i>
2.2.1	<i>Entwicklung des EEG</i>	<i>7</i>
2.2.2	<i>Förderung von Photovoltaikanlagen</i>	<i>8</i>
2.2.3	<i>Förderung von besonderen Photovoltaikanlagen.....</i>	<i>10</i>
2.3	<i>Rechtlicher Rahmen von Bauvorhaben</i>	<i>11</i>
2.3.1	<i>Die planungsrechtliche Zulässigkeit von Bauvorhaben.....</i>	<i>11</i>
2.3.2	<i>Die Bauleitplanung</i>	<i>11</i>
2.3.3	<i>Privilegierung von Bauvorhaben im Außenbereich.....</i>	<i>16</i>
2.3.4	<i>Potenzialflächenanalyse</i>	<i>17</i>

2.4	<i>Legehennenhaltung</i>	18
2.4.1	Anforderungen an die Legehennenhaltung mit Freilauf	19
2.4.2	Rechtliche Rahmenbedingungen für die Doppelnutzung von Hühnerausläuflächen	20
2.5	<i>Ertragssteuerliche Behandlung von Photovoltaikanlagen</i>	20
2.6	<i>Erbschaftssteuerliche Behandlung von Photovoltaikanlagen</i>	21
3	Methodik	23
3.1	<i>Vorhabensbeschreibung</i>	23
3.2	<i>Berechnungen</i>	24
3.2.1	Strahlung und Ausrichtung	24
3.2.2	Kennzahlen der Photovoltaikanlage	25
3.2.3	Strompreis	26
3.2.4	Vollständige Finanzierung	26
3.2.5	Monte-Carlo-Simulation	28
3.2.6	Stromgestehungskosten.....	28
4	Durchführung	30
4.1	<i>Freiflächenphotovoltaikanlage mit Bebauungsplan</i>	30
4.1.1	Kalkulatorische Größen der Investitionssummen	30
4.2	<i>6 ha Agri-Photovoltaik mit Bebauungsplan</i>	34
4.2.1	Kalkulatorische Größen der Investitionssummen	34
4.3	<i>2,5 ha Agri-Photovoltaik im privilegierten Bauvorhaben</i>	37
4.3.1	Kalkulatorische Größen der Investitionssummen	38

5	Auswertung	41
6	Ergebnisse	45
7	Diskussion und Empfehlungen	48
8	Zusammenfassung	55
9	Literaturverzeichnis	57
10	Eidesstattliche Erklärung	62
11	Anhang	63

I. Abkürzungsverzeichnis

AfA – Absetzung für Abnutzung

A_t – Jährliche Gesamtkosten in Euro im Jahr t

b – Jährliche Betriebskosten in Prozent von K_0

BauGB – Baugesetzbuch

BewG- Bewertungsgesetz

BMEL – Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

BMWSB – Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen

BNatSchG - Bundesnaturschutzgesetz

BNETZA – Bundesnetzagentur

B- Plan – Bebauungsplan

DWD – Deutsche Wetterdienst

EEG – Erneuerbare-Energien-Gesetz

EStG- Einkommenssteuergesetz

ErbStG – Erbschaftssteuergesetz

Fraunhofer ISE – Fraunhofer – Institut für Solare Energiesysteme

FF- PV - Freiflächenphotovoltaik

GAG- Gutachterausschüsse für Grundstückswerte in Niedersachsen

GLE – Gleich lautende Erlasse

GewStG – Gewerbesteuergesetz

h – Stunde

ha – Hektar

KStG – Körperschaftsteuergesetz

kWh – Kilowattstunde

LCOE – Levelized Costs of Electricity

LSN – Landesamt für Statistik Niedersachsen

NLT- Niedersächsischer Landkreistag

NSGB – Niedersächsischer Städte- und Gemeindebund

ML- Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

PPA – Power Purchase Agreement

PV- Photovoltaik

SLA – Servicezentrum Landentwicklung und Agrarförderung

UBA - Umweltbundesamt

UN – United Nations

ZSW – Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff- Forschung Baden- Württemberg

II. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Übersicht Solarzellen; eigene Darstellung nach Wesselak, Voswinkel 2016, S. 45 ff).....	4
Abbildung 2 Kategorien von Agri- Photovoltaikanlagen (eigene Darstellung nach DIN SPEC 91434 2021).....	5
Abbildung 3: Aufständierungen der Agri- Photovoltaikanlagen der Kategorie I und II (DIN SPEC 91434 2021).....	6
Abbildung 4 Formel zur Berechnung der Marktprämie (eigene Darstellung nach Anlage 1 zu § 23a EEG 2023).....	8
Abbildung 5 Unterteilung der Solaranlagen des ersten Segmentes in Vergütungskategorien (eigene Darstellung nach Anlage 1 zu § 23a EEG 2023).....	9
Abbildung 6 Zusammensetzung des anzulegenden Werts (eigene Darstellung nach Anlage 1 zu § 23a EEG 2023).....	10
Abbildung 7 Arten von Bebauungsplänen (eigene Darstellung nach Bishopink, Külpmann, Wahlhäuser 2021).....	13
Abbildung 8 Bauleitverfahren (eigene Darstellung nach Bishopink, Külpmann, Wahlhäuser 2021).....	14
Abbildung 9 Aufbau der Raumordnung (eigene Darstellung nach BMWSB 2024).....	15
Abbildung 10 Formel für die Berechnung der Stromgestehungskosten (Fraunhofer ISE 2024).....	29
Abbildung 11: Graphische Darstellung der Monte- Carlo- Simulation mit 20.000 Wiederholungen der Anlage 6 ha B-Plan Variante 1 die Break Even Point Berechnung (eigene Darstellung).....	32
Abbildung 12 Graphische Darstellung der Monte- Carlo- Simulation mit 20.000 Wiederholungen der Anlage 6 ha B-Plan Variante 2 mit dem Zielwert Return on Investment 5 % (eigene Darstellung).....	33
Abbildung 13: Graphische Darstellung der Monte- Carlo- Simulation mit 20.000 Wiederholungen der Anlage 6 ha Agri- PV Variante 1 die Break Even Point Berechnung (eigene Darstellung).....	35
Abbildung 14: Graphische Darstellung der Monte- Carlo- Simulation mit 20.000 Wiederholungen der Anlage 6 ha Agri- PV Variante 2 mit dem Zielwert Return on Investment 5 % (eigene Darstellung).....	37
Abbildung 15: Graphische Darstellung der Monte- Carlo- Simulation mit 20.000 Wiederholungen der Anlage 2,5 ha Agri- PV Variante 1 die Break Even Point Berechnung (eigene Darstellung).....	39
Abbildung 16: Graphische Darstellung der Monte- Carlo- Simulation mit 20.000 Wiederholungen der Anlage 2,5 ha Agri- PV Variante 2 mit dem Zielwert Return on Investment 5 % (eigene Darstellung).....	40
Abbildung 17: Kalkulatorische Größen der Investitionssummen (eigene Darstellung).....	41
Abbildung 18: Worst- Real- und Best- Case Szenario Variante 1 die Break Even Point Berechnung (eigene Darstellung).....	42
Abbildung 19: Worst-, Real- und Best- Case Szenario Variante 2 mit dem Zielwert 5 % Return on Investment (eigene Darstellung).....	43
Abbildung 20: Kosten pro kWp der untersuchten Varianten (eigene Darstellung).....	44
Abbildung 21: Stromgestehungskosten der untersuchten Varianten (eigene Darstellung).....	44
Abbildung 22: Abmessungen einer Agri- PV Anlage (SunFarming 2024).....	63

Abbildung 23: Kostenübersicht Ingenieurbüro Oldenburg (Kuhlmann 2024)	78
Abbildung 24: Angebot SunFarming 2,5 ha komplett	79
Abbildung 25: Angebot SunFarming 2,5 ha ohne Zaunumfahrung	85

III. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Betriebe mit Hennenhaltungsplätzen in Freilandhaltung in Deutschland 2023 (eigene Darstellung nach BMEL 2023)	19
Tabelle 2 Errechnete Globalstrahlung für Niedersachsen ausgehend vom Jahr 2020 bis zum Jahr 2025 (Püschel, Winzig, Theel, (2022) S.9)	24
Tabelle 3 Übersicht der Kennzahlen mit den dazugehörigen Abkürzungen.....	25
Tabelle 4 Kennzahlen der Anlage 6 ha B- Plan Variante 1 die Break Even Point Berechnung (eigene Darstellung)	31
Tabelle 5 Kennzahlen der Anlage 6 ha B- Plan Variante 2 mit dem Zielwert Return on Investment 5 % (eigene Darstellung)	33
Tabelle 6: Kennzahlen der Anlage 6 ha Agri- PV Variante 1 die Break Even Point Berechnung (eigene Darstellung).....	35
Tabelle 7: Kennzahlen der Anlage 6 ha Agri- PV Variante 2 mit dem Zielwert Return on Investment 5 % (eigene Darstellung)	36
Tabelle 8: Kennzahlen der Anlage 2,5 ha Agri- PV Variante 1 die Break Even Point Berechnung (eigene Darstellung).....	38
Tabelle 9: Kennzahlen der Anlage 2,5 ha Agri- PV Variante 2 mit dem Zielwert Return on Investment 5 % (eigene Darstellung)	40
Tabelle 10: Median der 20.000 Wiederholungen der Monte- Carlo- Simulation (eigene Darstellung).....	43
Tabelle 11: Vollständige Finanzierung	64
Tabelle 12: Schwankungen der Globalstrahlung im Zeitraum von 1983 - 2023 (DWD 2024).....	65
Tabelle 13: Anlage 6 ha Freiflächenphotovoltaik B-Plan Vollständige Finanzierung Variante 1	66
Tabelle 14: Anlage 6 ha Freiflächenphotovoltaik B-Plan Stromgestehungskosten Variante 1	67
Tabelle 15: Anlage 6 ha B-Plan Freiflächenphotovoltaik Vollständige Finanzierung Variante 2	68
Tabelle 16 Anlage 6 ha Freiflächenphotovoltaik B-Plan Stromgestehungskosten Variante 2	69
Tabelle 17: Anlage 6 ha Agri-PV Vollständige Finanzierung Variante 1	70
Tabelle 18: Anlage 6 ha Agri-PV Stromgestehungskosten Variante 1	71
Tabelle 19: Anlage 6 ha Agri- PV Vollständige Finanzierung Variante 2	72
Tabelle 20: Anlage 6 ha Agri- PV Stromgestehungskosten Variante 2.....	73
Tabelle 21: Anlage 2,5 ha Agri- PV Vollständige Finanzierung Variante 1	74
Tabelle 22: Anlage 2,5 ha Agri- PV Stromgestehungskosten Variante 1	75
Tabelle 23: Anlage 2,5 ha Agri- PV Vollständige Finanzierung Variante 2	76
Tabelle 24: Anlage 2,5 ha Agri- PV Stromgestehungskosten Variante 2.....	77

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Mit der Agenda 2030 der Vereinten Nationen wurden 17 Ziele für eine nachhaltige Entwicklung des Zusammenlebens unserer Gesellschaft und dem Schutz unseres Planeten vereinbart. Das zweite dieser Ziele ist „kein Hunger“ und das siebte eine „bezahlbare und saubere Energie“ für alle (UN 2024).

Bei steigender Weltbevölkerung und einer Energiewende, die enormen Flächenbedarf hat, entstehen Konflikte, wie der endliche Faktor Fläche am effektivsten genutzt werden sollte (Tröndle 2020).

Deutschland hat im § 1 Abs. 2 EEG 2023 sein Ziel, mindestens 80 % des Bruttostroms aus erneuerbaren Energien zu gewinnen, festgehalten. Dafür sieht das EEG einen jährlichen Zuwachs von 20 Gigawatt pro Jahr vor, sodass eine installierte Gesamtleistung von 215 Gigawatt bis 2030 und 400 Gigawatt bis 2040 erreicht werden (§4 EEG 223).

Niedersachsen hat sich im § 3 Abs. 1 Nr. 3 NKlimaG das Ziel gesetzt, bis 2033 auf 0,5 % der Landesfläche Strom durch Freiflächenanlagen zu erzeugen. Bei einer Landesfläche von 47.618 km² ergibt dies 23.809 ha (Portal Niedersachsen 2024).

Diese Fläche steht allerdings in Niedersachsen nicht frei zur Verfügung, sondern die energetische Nutzung steht in Konkurrenz zu bereits vorhandenen Nutzungen. Dieser Konflikt kann durch die Doppelnutzung einer Fläche vermieden werden.

1.2 Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit ist es, herauszuarbeiten unter welchen Bedingungen eine Nachrüstung von Photovoltaikmodulen in bereits bestehenden konventionelle Legehennenauslaufflächen in Niedersachsen möglich ist und unter welchen Gesichtspunkten dieses sinnvoll sein könnte. Zuerst werden sowohl die rechtlichen Rahmenbedingungen für den Bau von Photovoltaikanlagen im Außenbereich als auch die Anforderungen an die Legehennenhaltung unter Photovoltaikmodulen herausgearbeitet. Danach sollen unterschiedliche Möglichkeiten der Umsetzung miteinander verglichen werden. Hierbei sollen die Gesichtspunkte der

Umsetzbarkeit in der Praxis, sowie der finanzielle Rahmen dargestellt werden. Dafür wird ein Budget errechnet mit den definierten betriebswirtschaftlichen Kennzahlen erreicht werden können. Im Ergebnis soll für jede Variante eine Aussage getroffen werden, wie der Bau einer Photovoltaikanlage im Legehennenauslauf baurechtlich möglich wäre, auf welche finanziellen Gesichtspunkte geachtet werden muss und welche betrieblichen Rahmenbedingungen des Legehennenhalters einen Bau eher befürworten oder ihm entgegenstehen. Vorhabensträger ist der tierhaltende Landwirt.

1.3 Aufbau der Arbeit

Zu Beginn der Masterarbeit wird im zweiten Kapitel auf die Arten von Solaranlagen und wie diese gemäß dem EEG vergütet werden, eingegangen. Des Weiteren werden baurechtliche Grundlagen vermittelt, der rechtliche Rahmen für die Legehennenhaltung mit Freilauf dargestellt und die ertragssteuerliche sowie erbschaftssteuerliche Behandlung von Photovoltaikanlagen erläutert.

Das dritte Kapitel wird durch eine Vorhabensbeschreibung eingeleitet und danach folgen die Erläuterungen für die unterschiedlichen Parameter der Photovoltaikanlage. Diese sind die Strahlung und Ausrichtung der Anlage, die Kennzahlen der Anlage, der Strompreis, die Berechnung der wirtschaftlichen Kennzahlen. Die Kennzahlen werden Hilfe der Tabelle „Vollständige Finanzierung“ berechnet. Des Weiteren wird eine Simulation des Eigenkapitals mit der Monte-Carlo-Simulation durchgeführt und die Stromgestehungskosten werden berechnet.

Im vierten Kapitel der Durchführung wird der rechtliche Rahmen für jedes Bauvorhaben erläutert. Zudem werden die Rohdaten der Berechnungen dargestellt, welche im fünften Kapitel ausgewertet werden.

Im sechsten Kapitel werden die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Bauverfahren miteinander verglichen. Es wird zudem die wirtschaftliche Sicht betrachtet und eingeordnet.

Im siebten Kapitel werden die Ergebnisse gegenüber vergleichbaren Kennzahlen eingeordnet und bewertet. Des Weiteren werden Alternativen dargestellt, welche den Betrieb einer Photovoltaikanlage wirtschaftlicher gestalten könnten.

Die gesamte Arbeit wird im Kapitel acht zusammengefasst.

2 Stand des Wissens

2.1 *Technologie von Solarzellen*

Bei Solarzellen wird in die zwei Hauptgruppen der kristallinen Solarzellen und der Dünnschichtzellen unterschieden. Die kristallinen Solarzellen werden je nach verwendetem Halbleitermaterial des Weiteren in monokristalline und polykristalline Solarzellen unterteilt. Diese unterscheiden sich in der Herstellung im Kristallisationsprozess (Wesselak, Voswinkel 2016 S. 45ff).

Die Dünnschichtzellen unterscheiden sich hauptsächlich in der Schichtdicke des eingesetzten Materials. Dieses ist um den Faktor 100 geringer als bei kristallinen Solarzellen. Die Dünnschichtsolarzellen unterscheiden sich je nach eingesetztem Material in Gruppen (Wesselak, Voswinkel 2016 S. 52ff).

Zudem gibt es weitere Typen an Solarzellen aus unterschiedlichen Herstellungsverfahren und mit verschiedenen Ausgangsmaterialien (siehe Abbildung 1). Nachteilig sind bei diesen Typen die niedrigen Wirkungsgrade wie beispielsweise bei den organischen Solarzellen oder die kurze Lebensdauer der Farbstoff-Solarzellen. Multijunction-Zellen haben einen sehr aufwendigen Produktionsprozess und werden dementsprechend nur in Nischen wie der Raumfahrt eingesetzt. Konzentrierende Solarzellen benötigen eine direkte Einstrahlung auf das Modul, weshalb die Module mit mechanischen Nachläufern kombiniert werden, damit die Module der Sonne über den Tagesverlauf folgen (Wesselak, Voswinkel 2016 S. 56ff).

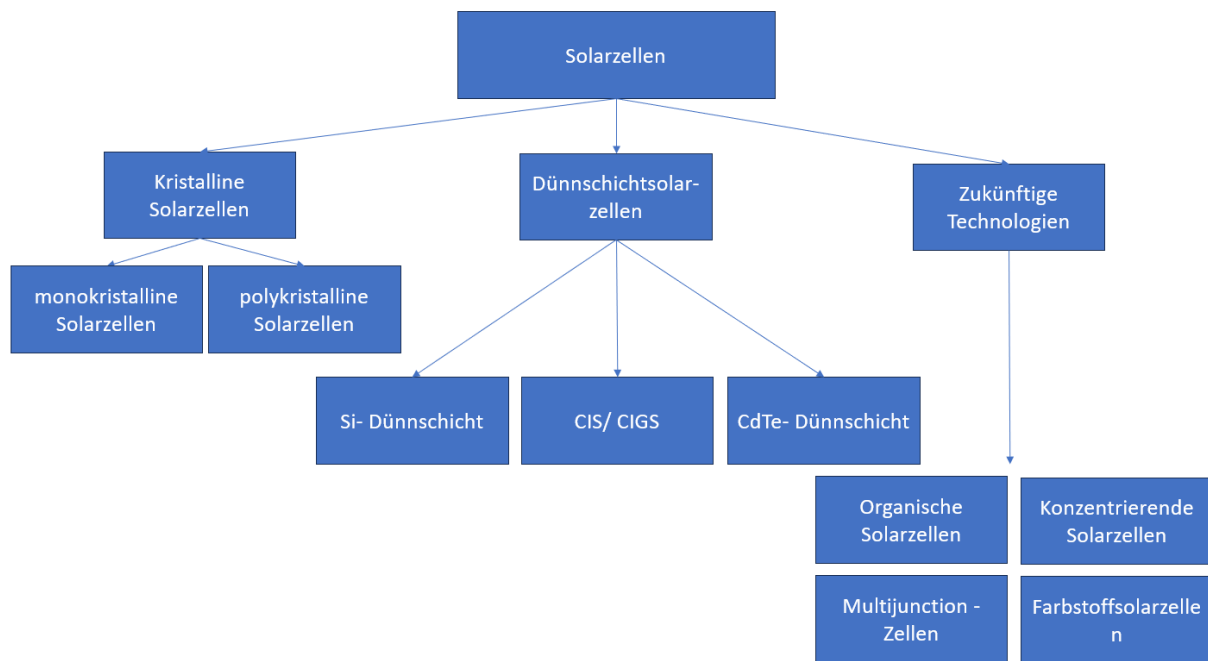


Abbildung 1 Übersicht Solarzellen; eigene Darstellung nach Wesselak, Voswinkel 2016, S. 45 ff)

2.1.1 Arten von Solaranlagen

Die unterschiedlichen Typen von Solarzellen eignen sich je nach Bauweise, Gewicht, Leistung und Preis für unterschiedliche Anlagentypen. Dabei wird unterschieden zwischen Anlagen auf oder an Gebäuden wie den Flachdach- oder Schrägdachanlagen sowie Fassadenanlagen. Dies sind meist kleinere Anlagen mit einer Nennleistung von unter 100 kWp, da die Dachfläche oder Fassadenfläche einen limitierenden Faktor darstellt (Mertens 2022, S. 197ff).

Freiflächensolaranlagen haben dagegen meist Nennleistungen im Megawattbereich und werden auf unterschiedlichsten Untergründen aufgebaut. Die Freiflächenanlagen unterscheiden unter anderem in der Art und Höhe ihrer Aufständigung. Als weitere Option neben festmontierten Modulen gibt es sogenannte nachführende Module, die mit dem Sonnenstand mit gedreht werden. Des Weiteren gibt es Freiflächenanlagen, die auf Gewässern aufgebaut werden oder Anlagen, die mit einer landwirtschaftlichen Nutzung, sogenannte Agri-Photovoltaikanlagen kombiniert werden (Mertens 2022, S. 195ff).

2.1.2 Agri- PV

Unter Agri-PV wird die kombinierte Nutzung aus einer landwirtschaftlichen Primärnutzung und einer sekundären Stromnutzung verstanden. Laut der DIN SPEC 91434 werden Agri-PV-Anlagen in zwei Kategorien unterteilt. Die Kategorie I bilden dabei Anlagen, welche in lichter Höhe aufgeständert sind. Dies bedeutet, dass eine Modulhöhe von 2,10 m vorhanden sein muss. In die Kategorie II fallen Module mit bodennaher Aufständigung. In jeder Kategorie gibt es vier unterschiedliche Nutzungen, die unter der Anlage stattfinden könnten. Die Nutzung A sind Dauerkulturen und mehrjährige Kulturen, wie sie beispielsweise im Weinbau, Obstbau oder beim Anbau von Beerenobst zu finden sind. In die Nutzung B fallen einjährige und überjährige Kulturen, welche in den Bereich des Ackerbaus, Gemüseanbaus oder in den Ackerfutterbau fallen. In die Nutzung C fällt das Dauergrünland mit Schnittnutzung und in die Nutzung D das Dauergrünland mit Weidenutzung (DIN SPEC 91434 2021).

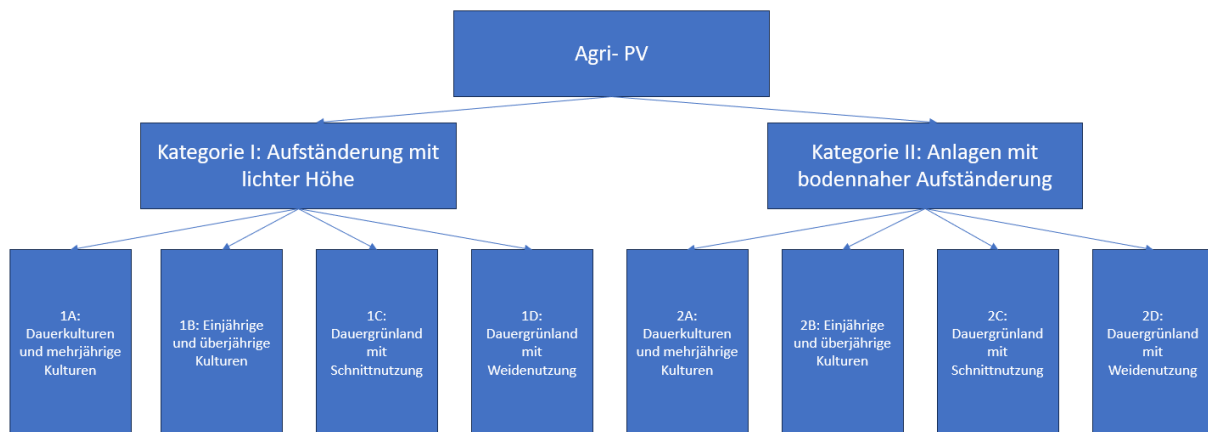


Abbildung 2 Kategorien von Agri- Photovoltaikanlagen (eigene Darstellung nach DIN SPEC 91434 2021)

Die Nutzung findet in der Kategorie I unterhalb der Module und in der Kategorie II zwischen den Modulen statt. Die Aufständigung der Module muss gleichmäßig auf der Fläche sein, sodass die landwirtschaftliche Hauptnutzung weiterhin erfolgen kann. Die landwirtschaftlich nicht nutzbare Fläche durch die Modulaufbauten darf in der Kategorie I 10 % und in der Kategorie II 15 % betragen.

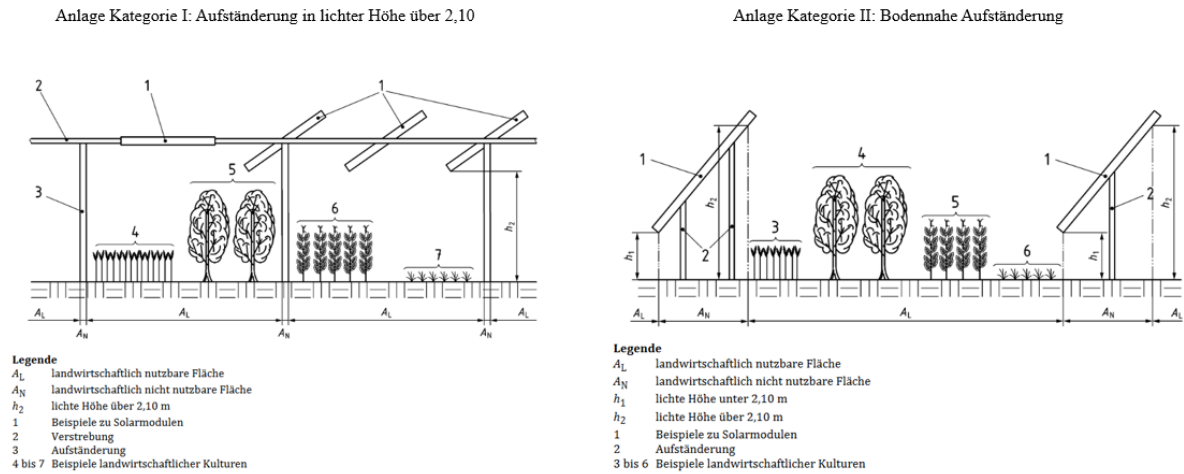


Abbildung 3: Aufständeringen der Agri- Photovoltaikanlagen der Kategorie I und II (DIN SPEC 91434 2021)

Die Befahrbarkeit der Fläche muss so gewährleistet werden, dass die gesamte Vorhabenfläche bewirtschaftet bzw. befahren werden kann. Die Lichtverfügbarkeit und -homogenität der landwirtschaftlichen Fläche muss möglichst optimal an die angebaute Kultur angepasst und mögliche Randeffekte beachtet werden. Die Wasserverfügbarkeit und -verteilung muss ebenfalls an den Bedarf der Kultur angepasst sein und kann beispielsweise durch ein Auffangen und gezieltes Wiederverregnen sichergestellt werden. Wenn das auf die Module auftreffende Regenwasser nicht aufgefangen wird, muss darauf geachtet werden, dass keine Abtropfkante entsteht, welche zu Bodenerosion oder Verschlammungen führen könnte (DIN SPEC 91434 2021).

Insgesamt müssen auf der Fläche, welche mit Agri-PV bebaut wird, noch 66 % des Referenzertrages erzielt werden. Dieser wird bei Dauerkulturen und Dauergrünland aus den Erträgen der letzten drei Jahren ermittelt, bei einjährigen Kulturen aus den letzten drei Anbauzeiträumen in der Fruchtfolge. Bei Kulturen, die bisher noch nicht auf dem Betrieb angebaut wurden, können Daten aus vergleichbaren Anbauverhältnissen herangezogen werden (DIN SPEC 91434 2021).

In der DIN SPEC 91492 werden die Anforderungen der Tierhaltung als landwirtschaftliche Hauptnutzung in Kombination mit Agri-PV-Anlagen konkretisiert. Es werden keine Nutztierhaltungsformen ausgeschlossen. In der Kategorie I wird ebenfalls eine lichte Höhe von 2,10 m gefordert, während in der Kategorie II keine Mindesthöhe festgeschrieben ist, sich aber je nach Nutztierart an die entsprechenden Festlegungen der Tierschutznutztierhaltungsverordnung und Arbeitsstättenverordnung gehalten werden muss. Der

landwirtschaftliche Flächenverlust, welcher durch die Errichtung der PV-Anlage entsteht, darf nicht höher sein als 15 % der Gesamtprojektfläche. Zäune, die eine mit der Landwirtschaft zusammenhängende Funktion haben, müssen nicht in die 15 % mit einberechnet werden. Die Ausrichtung und Abstände zwischen den Modulreihen sind nicht vorgegeben, müssen aber so gewählt werden, dass der techno-ökologische Synergiewert möglichst hoch ist, negative Auswirkungen auf die Nutztierhaltung vermieden werden und die Nutzungsarten, wie zum Beispiel der Futtermittelaufwuchs weiterhin gewährleistet werden können. Zudem muss die Anlage so errichtet werden, dass einer Beschädigung durch Nutztiere oder Landmaschinen vorgebeugt wird. Ob alle Kriterien eingehalten werden, muss auch hier in einem landwirtschaftlichem Nutzungskonzept dargelegt werden (DIN SPEC 91492 2024).

2.1.3 Globalstrahlung

Die Globalstrahlung besteht aus der direkten Strahlung von der Sonne und der Diffusstrahlung, welche durch Reflexion von anderen Objekten auf die Solarmodule trifft. Die Globalstrahlung ist standortabhängig und besteht in Äquatornähe aus einem größeren Anteil der Direktstrahlung. Je weiter nördlich die PV-Anlagen stehen, desto mehr ist die Leistung abhängig von der Diffusstrahlung, welche in Hamburg 60 % der Jahresglobalstrahlung ausmacht. In Kairo dagegen liegt dieser Anteil nur bei 29 % (Mertens 2022, S. 44ff).

Um möglichst viel Ertrag von einem Solarmodul generieren zu können, ist die Ausrichtung und Neigung des Moduls entscheidend. Am Standort Hamburg wäre dies eine Ausrichtung mit 0° Süd und einem Neigungswinkel des Moduls von 35°. Bei dieser Ausrichtung kann das Modul 100 % seiner unter Standard-Test Bedingungen erreichten Modulleistung produzieren.

Da nicht auf allen Standorten diese Ausrichtung möglich ist oder der Strom vorzugsweise zu anderen Tageszeiten produziert werden soll, können anhand der Ausrichtung und Neigung die entsprechenden Abzüge in Prozent errechnet werden (Mertens 2022, S.47ff, 386).

2.2 Erneuerbare-Energien-Gesetz

2.2.1 Entwicklung des EEG

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz, kurz EEG, ist ein Instrument für die Förderung von Stromgewinnung, wenn der Strom mit Hilfe regenerativer Quellen erzeugt wird. Das EEG ist seit dem Jahr 2000 in Kraft und wird seitdem laufend novelliert. Es fördert erneuerbare Energie-

Anlagen mit einer Förderdauer von 20 Jahren (UBA 2023a). Im § 1 EEG 2023 wird dargestellt, dass das Ziel des Gesetzes die Transformation hin zu einer nachhaltigen und treibhausgasneutralen Stromversorgung ist, indem der erzeugte Bruttostromverbrauch des Bundesgebietes auf 80 % erneuerbare Energien im Jahre 2030 gesteigert werden soll.

2.2.2 Förderung von Photovoltaikanlagen

Die Förderung für Photovoltaik unterscheidet sich anhand der Größe, der Bauart und dem Standort der Anlage. Bei kleineren Anlagen mit einer Nennleistung unter 100 kW erfolgt die Vergütung durch die Einspeisevergütung. Bei einer Leistung ab 100 kW herrscht Direktvermarktungspflicht (Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen 2023).

Die Direktvermarktung von Strom kann erfolgen, indem der Anlagenbetreiber seinen Strom direkt an der Börse verkauft oder diesen mit Hilfe eines Direktvermarkters vermarkten lässt. Der Erlös des Anlagenbetreibers setzt sich aus der sogenannten Marktprämie und einen sogenannten Marktwert zusammen. Der Direktvermarkter vermarktet den erzeugten Strom und zahlt einen sogenannten allgemeingültigen Marktwert an den Anlagenbetreiber. Vom Netzbetreiber erhalten die Anlagenbetreiber die sogenannte Marktprämie. Diese gleicht die Schwankungen zum jeweiligen anzulegenden Wert aus, also die Schwankungen des Marktwertes (Netztransparenz 2024).

Im § 19 Abs. 1 EEG 2023 wird der Zahlungsanspruch auf die Marktprämie nach § 20 EEG 2023 festgelegt. Die Marktprämie wird bei Anlagen über 100 kWp, die ihren Strom aus erneuerbaren Energien direkt vermarkten, ausgezahlt. Die Höhe der Marktprämie legt die Anlage 1 zu § 23a EEG 2023 fest. Die Marktprämie wird monatlich anhand der folgenden Formel berechnet:

$$MP = AW - MW$$

Marktprämie = Anzulegender Wert - Monatswert

Abbildung 4 Formel zur Berechnung der Marktprämie (eigene Darstellung nach Anlage 1 zu § 23a EEG 2023)

Der anzulegende Wert wird für Anlagen über 100 kW entweder gesetzlich festgelegt oder per Ausschreibung ermittelt. Dafür ist die Größe und die Einteilung der Solaranlage in die Segmente ausschlaggebend. Die Zugehörigkeit zu den Segmenten regelt der § 37 EEG 2023 für die Anlagen des ersten Segmentes und der § 38c EEG 2023 für die Anlagen des zweiten

Segmentes. Im ersten Segment befindet sich der Großteil aller Anlagen, während das zweite Segment Solaranlagen in einem Gebäude oder einer Lärmschutzwand erfasst.

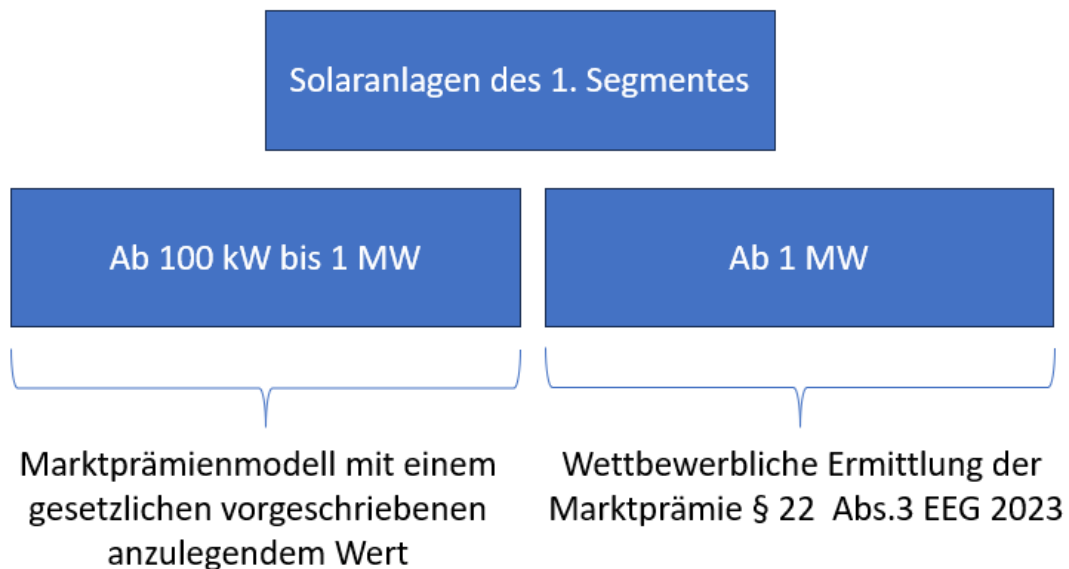


Abbildung 5 Unterteilung der Solaranlagen des ersten Segmentes in Vergütungskategorien (eigene Darstellung nach Anlage 1 zu § 23a EEG 2023)

Der anzulegende Wert für Solaranlagen kleiner als 1 MW wird von der Bundesnetzagentur mehrmals im Jahr veröffentlicht. Dabei wird bei den Solaranlagen unterschieden, ob diese in Voll- oder Teileinspeisung betrieben werden (BNETZA 2024a).

Der anzulegende Wert für Anlagen größer als 1 MW wird von der Bundesnetzagentur mit Hilfe von Ausschreibungen ermittelt. Im Ausschreibungsverfahren werden Anlagen ebenfalls in das erste und zweite Segment unterteilt.

Im Bieterverfahren werden Gebote für den jeweils anzulegenden Wert in Cent pro Kilowattstunde, dem Gebotswert und auf eine in Kilowatt anzugebende Anlagenleistung, die Gebotsmenge abgegeben. Zudem gibt es einen Höchstwert, welcher eine Grenze nach oben darstellt. Die niedrigsten Gebotswerte erhalten einen Zuschlag, solange bis das Volumen des Gebotstermins erreicht ist. Dadurch wird jeder Solaranlage ein individuell anzulegender Wert zugeordnet. Beispielweise müssen die Gebote den jeweiligen Standorten für zukünftige Anlagen zuzuordnen sein und bei einem Standortwechsel müssen Vergütungskürzungen, welche in § 54 EEG 2023 festgelegt sind, in Kauf genommen werden (BNETZA 2024a).

Die Berechnung des Monatswertes wird in der Anlage 1 zu § 23 EEG 2023 in 3.3.4 festgelegt. Der Monatswert für Solaranlagen ist der tatsächliche Monatsmittelwert des Marktwertes,

welcher sich aus dem Spotmarktpreis ergibt. Dieser Wert wird vom Übertragungsnetzbetreiber auf der Website Netztransparenz veröffentlicht.

Da für die Solaranlagen des ersten Segmentes der identische Monatswert ermittelt wird, bestimmt der anzulegende Wert die Höhe der Marktprämie maßgeblich.

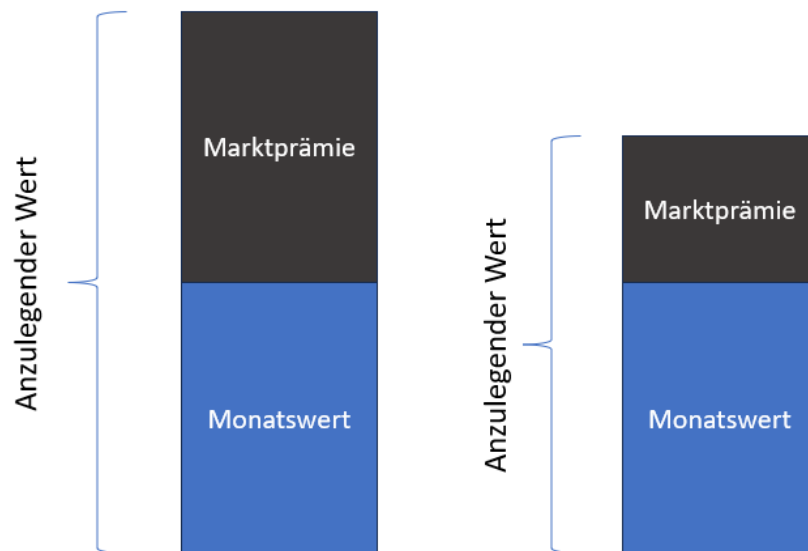


Abbildung 6 Zusammensetzung des anzulegenden Werts (eigene Darstellung nach Anlage 1 zu § 23a EEG 2023)

Da die Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien nicht immer gleich viel Strom produzieren, kommt es zu Ertragsspitzen in Zeiten mit besonders hoher Sonneneinstrahlung. Diese Überangebote verursachen dann negative Spotmarktpreise. Der § 51 Abs.1 EEG 2023 gibt für die Jahre 2024 und 2025 bei einer Dauer von mindestens drei Stunden mit negativen Spotmarktpreis eine Verringerung des anzulegenden Wertes auf null vor. Ab 2026 gilt dies bei mindestens zwei Stunden und ab 2027 ab einer Stunde.

2.2.3 Förderung von besonderen Photovoltaikanlagen

Agri-PV-Anlagen sind besondere Solaranlagen nach § 48 Abs.1 Nr. 5 EEG 2023. Diese gehören ebenfalls nach § 37 EEG 2023 zu den Solaranlagen des ersten Segmentes. Wenn diese unter 1 MW haben, fallen sie laut § 22 Abs. 3 S. 2 Nr. 1 EEG 2023 in das Marktprämienmodell mit gesetzlich vorgegeben anzulegenden Werten, welche von der Bundesnetzagentur veröffentlicht werden. Bei mehr als 1 MW erfolgt die Ermittlung des anzulegenden Wertes nach § 22 Abs. 1 EEG 2023.

Laut § 48 Abs.1b EEG 2023 steigt der anzulegende Wert für Agri-PV- Anlagen mit einer lichten Höhe von 2,10 m und senkrecht ausgerichteten Solaranlagen mit einer lichten Höhe von mindestens 0,80 m um 2,5 ct pro kW.

2.3 *Rechtlicher Rahmen von Bauvorhaben*

2.3.1 *Die planungsrechtliche Zulässigkeit von Bauvorhaben*

Der Boden, welcher in Deutschland für mögliche Bauvorhaben zur Verfügung steht, ist in drei unterschiedliche planungsrechtliche Zulässigkeiten von Bauvorhaben eingeteilt. In Gebieten, welche im Geltungsbereich eines Bebauungsplans liegen, gelten die Festsetzungen des jeweiligen Bebauungsplans. Das zweite Gebiet ist der unbeplante Innenbereich, welcher im Zusammenhang bebauter Ortsteile liegt und indem die Zulässigkeit von Bauvorhaben nach § 34 BauGB geregelt ist. Das dritte Gebiet stellt der Außenbereich dar, welches alles beinhaltet, was weder im Innenbereich ist noch im Geltungsbereich eines Bebauungsplans liegt. Für den Außenbereich gibt der § 35 BauGB die Zulässigkeit von Bauvorhaben vor (Bischopink, Külpmann, Wahlhäuser 2021 vgl. S. 15 ff).

Der Außenbereich ist grundsätzlich für in § 35 Abs. 1 BauGB bezeichneten privilegierten Bauvorhaben vorgesehen und soll daneben der gesamten Bevölkerung als Erholungsgebiet dienen. Daher resultiert das Ziel der größtmöglichen Schonung des Außenbereichs. Dementsprechend sind die Baumöglichkeiten im Außenbereich begrenzt und lediglich die Umwandlung des Außenbereichs durch die Aufstellung eines Bebauungsplans schafft zusätzliche Baumöglichkeiten (Bischopink, Külpmann, Wahlhäuser 2021 vgl. S. 23 ff).

2.3.2 *Die Bauleitplanung*

Der § 1 Abs. 1 BauGB legt die Aufgaben der Bauleitplanung fest. Diese bestehen darin, die bauliche und sonstige Nutzung der Gemeindeflächen nach Maßgabe des BauGB vorzubereiten und zu leiten. Bei der Bauleitplanung sind die Belange nach § 1 Abs. 4 - 7 BauGB insbesondere zu berücksichtigen und die privaten mit öffentlichen Belangen gerecht abzuwägen. Nach Art. 28 Abs. 2 Satz 1 GG hat die Gemeinde das Recht auf kommunale Selbstverwaltung und kann die Angelegenheiten der örtlichen Gemeinschaft im Rahmen der Gesetze eigenständig regeln. Aus diesem Recht leitet sich die kommunale Planungshoheit und Rechtsetzungshoheit der Gemeinde ab. Der § 2 Abs. 1 Satz 1 BauGB konkretisiert den verfassungsrechtlichen Grundsatz

und regelt die eigenverantwortliche Zuständigkeit der Gemeinde für die Bauleitplanung. Die Aufstellung von Bauleitplänen muss sich ebenfalls im Rahmen der Gesetze bewegen, welche unter anderem im § 1 Abs. 4 – 7 BauGB und § 8 Abs. 2 BauGB geregelt sind.

2.3.2.1 Der Flächennutzungsplan

Der Flächennutzungsplan ist nach § 1 Abs. 2 BauGB der vorbereitende Bauleitplan und erfüllt grundsätzlich keine Rechtsnormqualität. Die Aufgabe des Flächennutzungsplans ist in § 5 Abs. 1 Satz 1 BauGB festgehalten und besteht darin, die Art der Bodennutzung für das gesamte Gemeindegebiet darzustellen. Diese Darstellungen orientieren sich an den voraussehbaren Bedürfnissen der Gemeinde, stellen aber keine Zulässigkeit für die dargestellten Bodennutzungen gegenüber Dritten dar. Diese würde erst durch einen Bebauungsplan erreicht werden, welcher als Satzung (§ 10 BauGB) und damit als bindendes Ortsrecht beschlossen wird (Bischopink, Külpmann, Wahlhäuser 2021 vgl. S. 34 ff).

Die Gemeinde kann bei gegebenem Anlass einen bestehenden Flächennutzungsplan in örtlich begrenzten Teilbereichen ändern. Dies kann eine Anpassung an ihre geänderten städtebaulichen Zielvorstellungen oder eine Anpassung an bindende übergeordnete Planungen sein. Bei Änderungen der Teilflächen ist darauf zu achten, dass das Gesamtkonzept des Flächennutzungsplans für das Gemeindegebiet weiterhin erhalten bleibt. Zudem ist bei jeder Bearbeitung des Flächennutzungsplans, von Aufstellung, Änderung bis hin zur Ergänzung eine Umweltprüfung durchzuführen. Dies hat zur Folge, dass bei einem aus dem Flächennutzungsplan entwickeltem Bebauungsplan nach § 2 Abs. 4 Satz 5 BauGB die Umweltprüfung nur auf zusätzliche oder erhebliche Umweltauswirkungen beschränkt werden kann. Ein aufgestellter Flächennutzungsplan hat für die Gemeinde zur Folge, dass sie sich gemäß § 8 Abs. 2 Satz 1 BauGB für nachfolgende Bebauungspläne an das dort festgeschriebene Entwicklungsgebot zu halten hat. Dies bedeutet, dass Bebauungspläne aus den Flächennutzungsplänen entwickelt werden müssen. Des Weiteren dient der Flächennutzungsplan als Steuerungsinstrument für nicht privilegierte Bauvorhaben gemäß § 35 Abs. 2 BauGB (Bischopink, Külpmann, Wahlhäuser 2021 vgl. S. 38 ff).

2.3.2.2 Der Bebauungsplan

Der Bebauungsplan ist eine Rechtsnorm in der Form des gemeindlichen Ortsrechts und wird in Form von einer Satzung nach § 10 Abs. 1 BauGB beschlossen. Gemäß § 1 Abs. 2 BauGB enthält ein verbindlicher Bauleitplan rechtsverbindliche Festsetzungen nach § 8 Abs. 1 Satz 1 BauGB. Der Bebauungsplan gilt lediglich für ein begrenztes Gebiet der Gemeinde und gibt den

in seinem Geltungsbereich betroffenen Flächen einen bestimmten rechtlichen Status. Der Bebauungsplan bestimmt in seinem Wirkungsbereich Inhalt und Schranken des Grundeigentumes im Sinne von Art. 14 Abs. 1 Satz 2 GG. Durch den Bebauungsplan werden Rechtswirkungen sowohl in zulassender als auch in ausschließender Art festgesetzt (Bischopink, Külpmann, Wahlhäuser 2021 vgl. S. 43 ff).

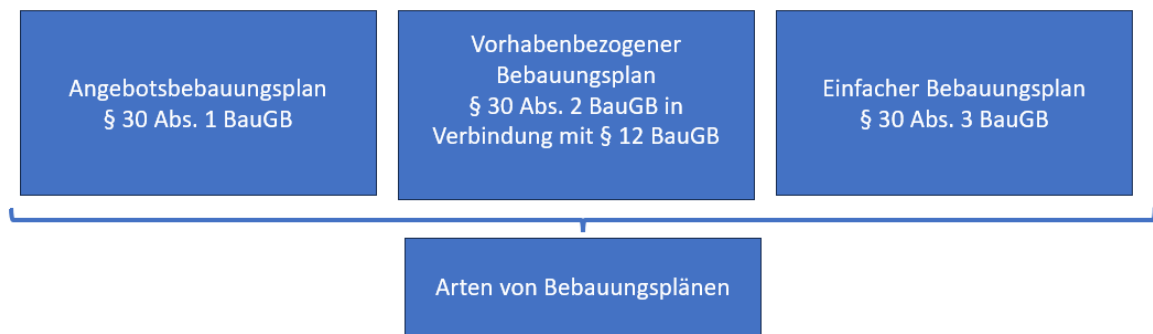


Abbildung 7 Arten von Bebauungsplänen (eigene Darstellung nach Bischopink, Külpmann, Wahlhäuser 2021)

Im § 30 BauGB „Zulässigkeit von Vorhaben im Geltungsbereich eines Bebauungsplans“ werden die Unterschiede zwischen den Arten von verschiedenen Bebauungsplänen dargelegt. Der Angebotsbepauungsplan nach § 30 Abs. 1 BauGB muss Festsetzungen über die Art und das Maß der baulichen Nutzung, der überbaubaren Grundstücksflächen und die örtlichen Verkehrsflächen enthalten. Diese werden näher in der Baunutzungsverordnung konkretisiert. Vorhaben, die diesen Festsetzungen nicht widersprechen und deren Erschließung gesichert sind, sind im Rahmen des Angebotsbepauungsplans zulässig (Bischopink, Külpmann, Wahlhäuser 2021 vgl. S. 57).

Diese Vorhaben können zudem im Sinne eines projektbezogenen Angebotsbepauungsplan auf ein konkretes Vorhaben zugeschnitten werden. Wenn diese Vorgaben fehlen, handelt es sich um einen einfachen Bebauungsplan nach § 30 Abs. 3 BauGB. Soweit die Zulässigkeit im Bebauungsplan nicht geregelt ist, richtet sich diese im Übrigen bei Bauvorhaben im Innenbereich nach § 34 BauGB und im Außenbereich nach § 35 BauGB. Hierbei festzuhalten ist, dass sich ein einfacher Bebauungsplan und ein angebotsorientierter Bebauungsplan nicht im Planaufstellungsverfahren unterscheiden (Bischopink, Külpmann, Wahlhäuser 2021 vgl. S. 57).

Der vorhabenbezogene Bebauungsplan bezieht sich auf die Durchführung eines konkreten Bauvorhabens und wird vom Vorhabensträger initiiert. Der rechtliche Rahmen wird dafür im § 30 Abs. 2 BauGB in Verbindung mit § 12 BauGB festgesetzt. Dieser setzt sich aus drei wesentlichen Elementen zusammen: einmal den Vorhabens- und Erschließungsplan, den von

der Gemeinde zu beschließenden Bebauungsplans und den Durchführungsvertrag, welcher zwischen dem Vorhabenträger und der Gemeinde geschlossen wird.

Im Vorhaben- und Erschließungsplan wird das Vorhaben in seinen relevanten Parametern zeichnerisch und textlich dargestellt. Der Plangeber kann den vorhabenbezogenen Bebauungsplan bei nicht fristgerechter Umsetzung des Vorhabens- und Erschließungsplans aufheben. Zu beachten ist dabei, dass der Vorhabens- und Erschließungsplan und der Durchführungsvertrag widerspruchsfrei aufeinander abgestimmt sind (Bishopink, Külpmann, Wahlhäuser 2021 vgl. S. 58 ff).

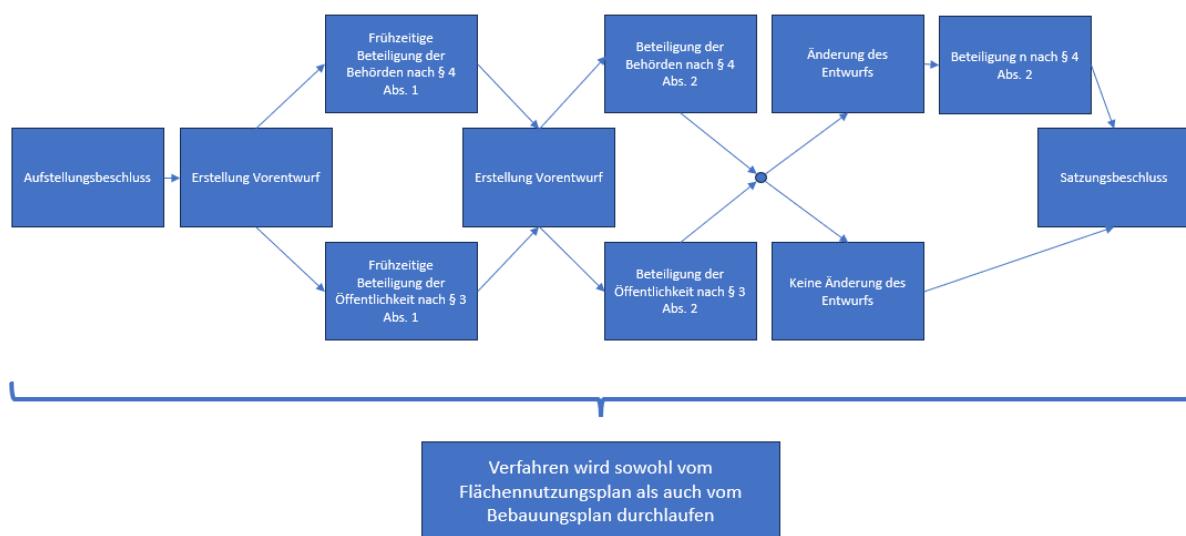


Abbildung 8 Bauleitverfahren (eigene Darstellung nach Bishopink, Külpmann, Wahlhäuser 2021)

Das Planaufstellungsverfahren beginnt grundsätzlich mit einem Aufstellungsbeschluss nach § 2 Abs. 1 Satz 2 BauGB. Dieser ist aber nicht zwingend erforderlich. Danach wird ein Vorentwurf erstellt, welcher den Behörden im Rahmen einer frühzeitigen Beteiligung nach § 4 Abs. 1 BauGB und der Öffentlichkeit ebenfalls in einer frühzeitigen Beteiligung nach § 3 Abs. 1 BauGB zur Verfügung gestellt wird. Die Stellungnahmen der unterschiedlichen Interessengemeinschaften werden dann in der Erstellung eines Planentwurfs und dem Entwurf der Begründung berücksichtigt. Der Planentwurf wird dann auf der der Internetseite der Gemeinde und auf Landesebene nach § 4a Abs. 4 S. 1 BauGB veröffentlicht. Zudem findet eine erneute Beteiligung der Behörden nach § 4 Abs. 2 BauGB und der Öffentlichkeit nach § 3 Abs. 2 d BauGB statt.

Wenn es von den beteiligten Interessensgruppen Änderungswünsche gibt, können diese im Rahmen des pflichtgemäßen Ermessens abgewogen oder mit eingearbeitet werden. Bei einer Änderung findet eine erneute Beteiligung nach § 4a Abs. 3 BauGB statt.

Wenn die endgültige Fassung vorliegt, wird der Bebauungsplan durch Bekanntmachung des Satzungsbeschlusses nach § 10 Abs. 3 BauGB rechtskräftig.

2.3.2.3 Raumordnung

Die planerische Gestaltungsfreiheit der Gemeinde wird eingegrenzt durch die Bindung der Bauleitplanung an die Ziele der Raumordnung nach § 1 Abs. 4 BauGB:

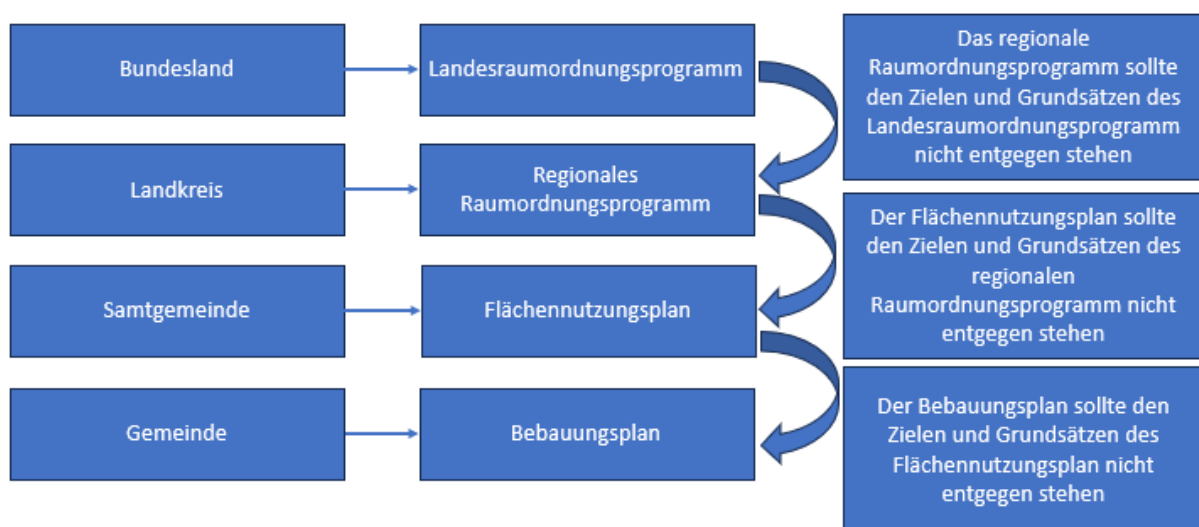


Abbildung 9 Aufbau der Raumordnung (eigene Darstellung nach BMWSB 2024)

Die Raumordnung, Raumplanung oder auch Raumentwicklung genannt, befasst sich mit der räumlichen Entwicklung und der auf die Zukunft gerichteten räumlichen Planung. Ein Instrument der Raumordnung sind die Raumordnungspläne. Raumordnungspläne werden unter Beteiligung der Öffentlichkeit und Behörden aufgestellt und konkretisieren die gesetzlichen Grundsätze der Raumordnung beispielsweise hinsichtlich von Siedlungs-, Freiraum- und Infrastrukturplanungen. Die Raumordnung legt für Gebiete konkret fest, welche Ziele und Grundsätze dort verfolgt werden sollen. Dabei sollen die vielfältigen Nutzungen in der Fläche aufeinander abgestimmt werden und somit räumliche Konflikte vermieden werden. Ziele der Raumordnung sind in der Regel nach § 4 Raumordnungsgesetz bindend und können nur in wenigen sehr gut begründeten Zielabweichungsverfahren umgangen werden. Die Grundsätze der Raumordnung sind dagegen der Abwägung zugänglich. Hier können in Gebieten mit

vorbehaltlichen Nutzungen, in begründeten Einzelfallentscheidungen, abweichende Nutzungen durchgeführt werden (BMWSB 2024).

Die Planungshierarchie für nicht privilegierte Bauvorhaben beginnt mehrheitlich auf der Ebene der Bundesländer. In Einzelfällen, wie beispielsweise dem Hochwasserschutz, wurde ein länderübergreifender Raumordnungsplan aufgestellt. Die gesetzlichen Grundlagen sind dafür im Raumordnungsgesetz festgeschrieben (BMWSB 2024).

Die Bundesländer erstellen ein Landesraumordnungsprogramm, indem Angaben zu den raumbedeutsamen Nutzungen und deren Entwicklungen aufeinander abgestimmt werden. Hier wird versucht, widerstreitenden Interessen aus den ökologischen, ökonomischen Bereichen gerecht zu werden. Die gesetzliche Grundlage stellt hierfür das Landesplanungsgesetz dar (ML 2024).

Auf der Landkreisebene legt das regionale Raumordnungsprogramm die Gestaltung der räumlichen Nutzung für den entsprechenden Kreis fest. Das regionale Raumordnungsprogramm sollte dabei den Zielen und Grundsätzen des Landesraumordnungsprogramm nicht widersprechen (ML 2 2024).

Danach wird die Ausgestaltung der örtlichen Ebene durch einen Flächennutzungsplan in den Samtgemeinden detaillierter dargestellt. Dieser sollte ebenfalls nicht den Zielen und Grundsätzen des regionalen Raumordnungsprogramm widersprechen (Korda 2005 vgl. S.180).

Auf Gemeindeebene regelt der Bebauungsplan die Nutzung von einzelnen Flächen innerhalb der Gemeinde. Hierbei gilt ebenfalls, dass der Bebauungsplan nicht den Zielen und Grundsätzen des Flächennutzungsplans widersprechen sollte (§ 1 Abs. 4 BauGB) (Korda 2005 vgl. S.171).

2.3.3 Privilegierung von Bauvorhaben im Außenbereich

Der § 35 BauGB gibt vor, dass Bauvorhaben im Außenbereich nur privilegiert sind, wenn die öffentlichen Belange nicht im Wege stehen. Das BauGB unterscheidet neun unterschiedliche Möglichkeiten der Privilegierung von Bauvorhaben. Darunter der § 35 Abs. 1 Nr. 1 BauGB, welcher land- und forstwirtschaftlichen Vorhaben benennt. Der baurechtliche Begriff der Landwirtschaft ist definiert im § 201 BauGB.

Der § 35 Abs. 1 Nr. 8 BauGB ist eine Möglichkeit, Solaranlagen im Außenbereich privilegiert zu bauen. Die Anlagen können entlang von Autobahnen und Schienenwegen des übergeordneten Netzes in einem Bereich von 200 m Breite erbaut werden.

Eine weitere Möglichkeit, im Außenbereich privilegiert zu bauen, ist der § 35 Abs. 1 Nr. 9 BauGB mit folgenden Regelungen: Der Paragraph gibt vor, dass die Vorhaben in einem räumlich funktionalen Zusammenhang zu einem landwirtschaftlichem Betrieb im Sinne von § 35 Abs. 1 Nr. 1 oder 2 BauGB stehen müssen. Die Anlage darf eine Grundfläche von 25.000 Quadratmeter nicht überschreiten. Je Hofstelle oder Betriebsstandort kann nur eine Anlage betrieben werden.

2.3.4 Potenzialflächenanalyse

Ob sich Flächen für die Bebauung mit Photovoltaikanlagen eignen, wird durch die Abwägung vieler unterschiedlicher Faktoren entschieden. In einer dafür angefertigten Potenzialflächenanalyse wird zwischen Flächen, die sich potenziell eignen (Gunstflächen), Flächen, die sich bedingt eignen (Restriktionsflächen I), Flächen, die sich eher nicht eignen (Restriktionsflächen II) und Flächen, die sich nicht eignen (Ausschlussflächen) unterschieden. Die Einschätzungen können dann durch weitere örtliche Gunstfaktoren oder Restriktionsfaktoren ergänzt werden (NLT, NSGB 2022 vgl. S. 21f).

Als Gunstflächen werden Flächen ausgewiesen, welche sich potenziell besonders für eine Bebauung mit Freiflächen- Photovoltaik eignen. Dies sind vorrangig bereits versiegelte, baulich vorgeprägte und kontaminierte Flächen. Dazu gehören beispielsweise stillgelegte Abfalldeponien, Altlastenflächen, Abraumhalden und Parkplätze. Zusätzlich gehören zu den Gunstflächen, Flächen mit einem vorbelasteten, technisch überprägtem Landschaftsbild. Dies können Flächen sein, welche in der Nähe von Infrastrukturtrassen, wie beispielsweise Autobahnen Schienenwegen, Höchst- und Hochspannungsfreileitungen oder auch Windparks, Umspannungswerken oder Sendemasten liegen (NLT, NSGB 2022 vgl. S. 22ff).

Restriktionsflächen I, welche sich eingeschränkt für eine Bebauung mit Solar eignen, sind unter anderem ertragsschwache bzw. nutzungseingeschränkte landwirtschaftliche Flächen. Dies können mit Schadstoffen vorbelastete Flächen sein. Oder Grenzstandorte für die landwirtschaftliche Bewirtschaftung durch sehr niedrige oder sehr hohe Feuchtestufen. Zudem gehören in die Gruppe der Restriktionsflächen I, ebenfalls die Vorranggebiete Torferhaltung (Böden mit hohem Kohlenstoffgehalten) und Flächen, die an vorhandene Siedlungsstrukturen oder größere bauliche Anlagen angebunden sind (NLT, NSGB 2022 vgl. S. 24ff).

In die Kategorie Restriktionsflächen II fallen raumordnerische Festlegungen, die als sogenannte Vorbehaltsgebiete und zum Teil auch Vorranggebiete gekennzeichnet sind. Im Bereich der Landwirtschaft sind dies beispielsweise Flächen, die aufgrund eines hohen Ertragspotenzials

oder besonderer Funktionen geschützt werden. Zudem fallen in diese Kategorie Flächen mit besonderer Bedeutung für Natur und Landschaft und Flächen, die sich beispielsweise aufgrund von Hochwassergefahr, Relevanz für Bau- und Bodendenkmale eher nicht für eine Bebauung mit Solar eignen (NLT, NSGB 2022 vgl. S. 26ff).

Die Flächen, welche in die Kategorie Ausschlussflächen fallen, werden durch die Festlegungen in der Raumordnung durch sogenannte Vorranggebiete gekennzeichnet. In diesen Gebieten wird zum Beispiel eine vorrangige landwirtschaftliche Nutzung vorgeschrieben. Des Weiteren werden Flächen nach § 30 BauGB und naturschutzrechtlich relevanten Gebietskulissen ausgeschlossen (NLT, NSGB 2022 vgl. S. 31ff).

Zusätzlich zu den Kategorien können sich durch sogenannte Gunstfaktoren in der örtlichen Umgebung Standortvorteile für die Nutzung von bestimmtem Flächen ergeben. Gunstfaktoren können technische Vorteile wie die Nähe zu potenziellen Netzwerkverknüpfungspunkten oder zu anderen Energieinfrastrukturen darstellen. Wirtschaftliche Gunstfaktoren sind zum Beispiel ein kompakter Flächenzuschnitt, eine Flächenmindestgröße oder nach Südwesten geneigte Flächen. Es können aber auch Faktoren wie eine gute Einbindung in die bereits vorhandene Landschaft, erosionsgefährdete Flächen oder die Lage in der Trinkwasserschutzgebiets Zone III (NLT, NSGB 2022 vgl. S. 37ff) sein.

Entgegengesetzt zu den Gunstfaktoren gibt es sogenannte Restriktionsfaktoren, die in der näheren Umgebung der für Photovoltaik vorgesehenen Flächen nicht von Vorteil sind. Zu diesen Faktoren zählen unter anderem Waldgebiete, Wohnbebauung, Landschaftsbild und agrarstrukturelle Belange wie beispielsweise die zukünftige Betriebsentwicklung benachbarter Landwirte (NLT, NSGB 2022 vgl. S. 39f).

Da die Zusammensetzung der räumlichen Standortfaktoren sehr differenziert ist, ist die Entscheidung, ob sich Flächen als Standort für die Bebauung mit Photovoltaikanlagen eignen, eine Einzelfallentscheidung, die entlang der genannten Kategorien und Kriterien unter Abwägung der Gunst- bzw. Restriktionsfaktoren getroffen wird.

2.4 Legehennenhaltung

In Deutschland gab es im Jahre 2023 insgesamt 2235 Betriebe mit 51.864.000 Legehennen. Davon werden auf 814 Betrieben 10.910.000 Legehennen in der Haltungform „Freilandhaltung“ gehalten (BMEL 2023). Somit werden durchschnittlich pro Betrieb 13.402

Legehennen gehalten. Bei einer in der Eiervermarktungsverordnung vorgeschriebenen Auslaufgröße von 4 qm² ist der durchschnittliche Auslauf 5,36 ha groß.

Tabelle 1: Betriebe mit Hennenhaltungsplätzen in Freilandhaltung in Deutschland 2023 (eigene Darstellung nach BMEL 2023)

Betriebsgröße	Anzahl Betriebe	Haltungsplätze	Anzahl Betriebe in %	durchschnittliche Anzahl an Legehennen pro Betrieb	Durchschnittliche Größe Auslauffläche bei 4 qm ² pro Henne	Durchschnittliche Größe Auslauffläche in Hektar
unter 5 000	222	547 000	27	2463,96	9855,86	0,98558559
5 000 - 10 000	182	1179 000	22	6478,02	25912,09	2,59120879
10 000 - 30 000	302	4772 000	37	15801,32	63205,30	6,3205298
30 000 - 50 000	93	3388 000	11	36430,11	145720,43	14,572043
50 000 - 100 000	14	-	2	-	0,00	0
100 000 - 200 000	1	-	0	-	0,00	0
200 000 und mehr	-	-	-	-	0,00	0
Insgesamt	814	10910 000	100	13402,95	53611,79	5,36

Der größte Anteil der Legehennen, 37 %, wird in einer Betriebsgröße von 10.000 – 30.000 Legehennen gehalten.

In Niedersachsen gibt es im Jahre 2023 314 Betriebe mit 4.974.300 Legehennen, welche in Freilandhaltung gehalten werden. Das entspricht durchschnittlich 15.841,71 Legehennen pro Betrieb und somit einer durchschnittlichen Auslauffläche von 6,34 ha (LSN 2023).

2.4.1 Anforderungen an die Legehennenhaltung mit Freilauf

Der § 13a Abs. 10 der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung gibt vor, dass die Auslaufflächen mindestens so groß sein müssen, dass diese von allen Legehennen gleichzeitig genutzt werden können. Weiterhin muss eine geeignete Gesundheitsvorsorge getroffen werden können. Die Ausläufe müssen, soweit für die Gesundheit erforderlich, mit Tränken ausgestattet sein. Die Auslauffläche muss so gestaltet werden, dass diese möglichst gleichmäßig von den Legehennen genutzt wird. Die EU- Verordnung (EG) Nr. 589/2008 regelt die Vermarktungsnormen für Eier. Im Anhang II der Verordnung finden sich detaillierte Angaben zu „Eiern aus Freilandhaltung“. Im Abs. 1c der Anlage II der Verordnung ist die maximale Besatzdichte von 2.500 Hennen pro Hektar, also ein Tier pro 4 qm vorgeschrieben. Wenn der Betrieb mehrere Auslaufflächen hat

und die Hennen umtreibt, müssen während der Lebensdauer der Henne mindestens 10 qm zur Verfügung stehen und auf jeder der Auslauflächen mindestens 2,5 qm. Der Absatz 1c der genannten Verordnung regelt zudem die räumliche Ausgestaltung der Fläche, denn die Auslaufläche darf einen Radius von 150 m zur nächstgelegenen Auslauföffnung des Stalles nicht überschreiten. Ein Radius von 350 m ist jedoch zulässig, wenn über die gesamte Auslaufläche Unterstände gemäß Artikel 4 Absatz 1 Nummer 3 Buchstabe b Ziffer ii der Richtlinie 1999/74/EG in ausreichender Zahl und gleichmäßig verteilt, das heißt mindestens vier Unterstände je Hektar, vorhanden sind.

Damit der Auslauf gleichmäßig von den Legehennen genutzt wird, sollte der stallnahe Bereich mit mehr Unterständen ausgestattet werden als die Randbereiche, bei denen das gesetzliche Minimum von 4 Unterständen pro Hektar ausreichend ist. Zudem fördern sogenannte Leitbahnen die gleichmäßige Nutzung des Auslaufes. Dies können sowohl natürliche Bahnen wie Hecken, Baumreihen oder Streifen mit hohem Bewuchs sein als auch künstliche Elemente wie Zäune oder Netze.

2.4.2 Rechtliche Rahmenbedingungen für die Doppelnutzung von Hühnerauslauflächen

Durch die Novelle „Delegierte Verordnung (EU) 2023/2465 der Kommission vom 17. August 2023 zur Ergänzung der Verordnung (EU) Nr. 1308/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Vermarktungsnormen für Eier und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 589/2008 der Kommission“ wird die Bebauung von Hühnerauslauflächen mit Solarmodulen möglich. Im Anhang II „Mindestanforderungen an die Produktionssysteme für die verschiedenen Arten der Legehennenhaltung gemäß Artikel 11 Absatz 3“ wird im Abs. 1b des Anhangs II der Verordnung festgelegt, dass eine Bebauung mit Solarpaneelen zu genehmigen ist, sofern diese nicht im Widerspruch zu den Tierschutzbedingungen der Richtlinie 1999/74/EG steht und die Bewegungsfreiheit der Hennen nicht einschränkt.

2.5 Ertragssteuerliche Behandlung von Photovoltaikanlagen

Eine ertragssteuerliche Behandlung von Einkünften aus dem Betrieb einer Photovoltaikanlage richtet sich bei natürlichen Personen nach dem Einkommenssteuergesetz und dem Gewerbesteuergesetz. Bei juristischen Personen ist das Körperschaftsteuergesetz einschlägig.

Es ist von grundlegender Bedeutung, welcher Einkunftsart im Sinne des § 2 EStG die jeweiligen Einkünfte zuzuordnen sind. In Betracht kommen Einkünfte aus Land- und Forstwirtschaft nach § 13 Abs. 1 EStG und Einkünfte aus Gewerbebetrieb nach § 15 Abs. 1 S. 1 Nr. 1 EStG.

Beide Einkünfte sind Gewinneinkunftsarten im Sinne des § 2 Abs. 2 EStG und die Höhe der Einkünfte erfolgt nach der gleichen Gewinnermittlung. Jedoch unterliegen Einkünfte nach § 15 EStG zusätzlich der Gewerbesteuer gemäß § 2 Abs. 1 GewStG. Die Gewerbesteuer wird grundsätzlich nach § 35 EStG auf die Einkommensteuer angerechnet. Es ist jedoch nur eine Anrechnung in den Grenzen des § 35 EStG möglich, sodass eine steuerliche Mehrbelastung in Form der nicht anrechenbaren Gewerbesteuer gegenüber den Einkünften nach § 13 EStG entsteht. Des Weiteren kann nach § 13 Abs. 3 EStG auch der Freibetrag für Land- und Forstwirtschaft bei Einkünften nach § 13 EStG berücksichtigt werden.

Eine Abgrenzung der Einkunftsarten erfolgt anhand der Nutzung des erzeugten Stroms. Wird dieser überwiegend im zugehörigen landwirtschaftlichen Betrieb verbraucht, liegen Einkünfte aus Land- und Forstwirtschaft nach § 13 EStG vor. Wird der Strom überwiegend nicht im landwirtschaftlichen Betrieb verbraucht, liegen Einkünfte aus Gewerbebetrieb nach § 15 EStG vor (Haufe 2024).

Eine Steuerbefreiung der Einkünfte nach § 3 Nr. 72 EStG kommt nicht in Betracht, da diese nur Anlagen bis 100 kW erfasst.

Bei juristischen Personen entfällt diese Abgrenzungsproblematik, da nach § 8 Abs. 2 KStG alle Einkünfte als Einkünfte aus § 15 EStG behandelt werden.

2.6 Erbschaftssteuerliche Behandlung von Photovoltaikanlagen

Werden Photovoltaikanlagen unentgeltlich unter Lebenden oder von Todes wegen übertragen, unterliegen diese Vorgänge der Erbschafts- und Schenkungssteuer nach dem Erbschaftssteuergesetz. Dem liegt eine Bewertung des Vermögens in Form der Photovoltaikanlagen nach dem Bewertungsgesetz zu Grunde. Die Anlagen könnten entsprechend dem Bewertungsgesetz dem Grundvermögen nach § 176 BewG oder dem land- und forstwirtschaftlichen Vermögen nach § 158 BewG zugeordnet werden.

Durch selbstbindende Verwaltungsvorschrift in Form der gleichlautenden Erlasse der Länder vom 15.07.2022 über die „Zurechnung und Bewertung von Agri-Fotovoltaik-Anlagen“ ist

vorgegeben, dass Freiflächenphotovoltaikanlagen, die nach der DIN SPEC 91434 keine Agri-Photovoltaikanlagen der Kategorie I oder II sind, dem Grundvermögen zuzurechnen sind. Bei der Bewertung der Flächen sind in Niedersachsen die Bodenrichtwerte für die Berechnung der Grundsteuer heranzuziehen (GLE 15.7.2022 S 3001; S 3110; S 3130; S 3131, GAG 2024).

Agri-Photovoltaikanlagen der Kategorie I oder II nach der DIN SPEC 91434 werden dem land- und forstwirtschaftlichen Vermögen zugerechnet. Die Bewertung dieser Flächen richtet sich nach der prägenden Nutzung der land- und forstwirtschaftlichen Fläche (GLE 15.7.2022 S 3001; S 3110; S 3130; S 3131).

Die unterschiedliche Einstufung des Vermögens nach dem Bewertungsgesetz hat Auswirkungen auf die Berechnung der Erbschaftsteuer. Für land- und forstwirtschaftliches Vermögen räumt der Gesetzgeber dem Steuerpflichtigen unter gewissen Bedingungen optionale Steuervergünstigungen in Form von §§ 13a, 13b ErbStG ein. Nach § 13b Abs. 1 Nr. 1 in Verbindung mit § 13a Abs. 1 ErbStG ist das land- und forstwirtschaftliche Vermögen nach § 158 BewG zu 85 %, dem Verschonungsabschlag, von der Erbschaftsteuer befreit. Auch eine Befreiung von 100 % ist unter den Voraussetzungen des § 13b Abs. 2, Abs. 3, Abs. 4 ErbStG möglich. Grundvermögen hingegen würde ohne Abzug einer Steuerbegünstigung Bestandteil der Bemessungsgrundlage der Erbschaftsteuer nach § 10 ErbStG werden.

3 Methodik

3.1 Vorhabensbeschreibung

Der durchschnittliche Legehennenauslauf in Niedersachsen ist 6,34 ha groß. Für diese Flächengröße soll geprüft werden, welche baulichen Vorgehensweisen möglich wären und welche Anlagentypen sich am besten eignen. Es kann nicht die gesamte Anlagenfläche bebaut werden, denn es müssen Abstände zum Stallgebäude eingehalten werden und die Möglichkeit der Befahrbarkeit durch die Feuerwähr gewährleistet werden. Deshalb wird von einer Anlagenfläche von 6 ha ausgegangen. Pro Hektar wird mit einer Leistung von einem Megawatt gerechnet (UBA 2023b).

Bei einem Legehennenstall mit 15000 Tierplätzen, einer Kaminbauart mit Weitwurf und Einströmdüse, einer Trockenfütterung und einer Stallbeleuchtung von durchschnittlich 10 h am Tag liegt der Stromverbrauch bei 30.450 kWh pro Jahr (KTBL 2024). Aufgrund dieses geringen Stromverbrauchs wird bei den untersuchten Anlagen von einer Volleinspeisung ausgegangen.

Dafür werden die Möglichkeiten, eine klassische Freiflächenphotovoltaikanlage und eine Agri-Photovoltaikanlage auf der Fläche zu errichten, miteinander verglichen. Bei diesen beiden Anlagen kommt ein Bauverfahren mit einem vorhabensbezogenen Bebauungsplan in Frage, da bei einer Größe von 6 ha keine Privilegierung nach § 35 Abs. 1 Nr. 9 möglich ist. Zudem wird nicht davon ausgegangen, dass die Legehennenausläufe an Autobahnen oder mehrgleisigen Zugstrecken liegen.

Als dritte Möglichkeit wird eine Agri-Photovoltaikanlage, welche nach § 35 Abs. 1 Nr. 9 privilegiert ist, mit den im B-Plan-Verfahren errichteten Anlagen verglichen.

Bei allen drei Anlagentypen muss für die Legehennen weiterhin eine Auslauffläche von 4 qm² pro Tier gewährleistet werden. Je nach Modultyp entspricht die durch die Ständer versiegelte Fläche pro Modul etwa 4 % der Modulfläche (siehe Anhang Abbildung 21). Eine Möglichkeit für den Legehennenhalter würde darin bestehen, seinen Tierbestand entsprechend zu reduzieren, um die geforderte Quadratmeterzahl pro Henne einzuhalten.

Die Kosten für eine Solaranlage sind stark standortabhängig. Die Entfernungen zum nächsten Netzeinspeisepunkt sind je nach Standort der Solaranlage sehr unterschiedlich. Je nach behördlichen Anforderungen entstehen unterschiedliche Kosten für Gutachten. Da die

Anlagenkosten für jedes Projekt separat kalkuliert werden müssen, werden in dieser Arbeit Budgetgrößen berechnet. Es wird geprüft, ob ein wirtschaftlicher Betrieb möglich ist.

3.2 Berechnungen

3.2.1 Strahlung und Ausrichtung

Die Globalstrahlung setzt sich aus der Direktstrahlung und der Diffusstrahlung zusammen und beschreibt die auf der Erde empfangene Strahlung bezogen auf eine horizontale Ebene. Die Globalstrahlung schwankt jährlich, die Entwicklung zeigt aber, dass diese im Zeitraum von 1983 – 2020 in Niedersachsen 3,3 kWh/m² zugenommen hat (Püschel, Winzig, Theel, (2022) S.4 ff). Es wird davon ausgegangen, dass die Solaranlage 20 Jahre über das EEG vergütet wird und im Jahr 2025 ans Netz geht.

Tabelle 2 Errechnete Globalstrahlung für Niedersachsen ausgehend vom Jahr 2020 bis zum Jahr 2025 (Püschel, Winzig, Theel, (2022) S.9)

	Jahr	Globalstrahlung kWh/m ²
	2020	1052,5
	2021	1055,8
	2022	1059,1
	2023	1062,4
	2024	1065,7
	2025	1069
	2026	1072,3
	2027	1075,6
	2028	1078,9
	2029	1082,2
	2030	1085,5
	2031	1088,8
	2032	1092,1
	2033	1095,4
	2034	1098,7
	2035	1102
	2036	1105,3
	2037	1108,6
	2038	1111,9
	2039	1115,2
	2040	1118,5
	2041	1121,8
	2042	1125,1
	2043	1128,4
	2044	1131,7
	2045	1135
Mittelwert 2025-2045		1102

Der Mittelwert des Zeitraums von 2025 bis 2045 wurde für die Berechnungen der Einstrahlung auf die Solarmodule genutzt.

Je nach Ausrichtung und Neigung erzeugen die Solarmodule unterschiedlich viel Strom. Für die Berechnungen wurde für alle drei Anlagentypen eine Ausrichtung von 55° Südwest mit einem Neigungswinkel von 40° angenommen. Diese Faktoren ergeben eine Nutzung der Einstrahlung von 90,5 % (Mertens (2022) S. 368). Die tatsächliche Leistung der Anlage errechnet sich dadurch wie folgt: (Globalstrahlung/100) *90,5 und ergibt den erwarteten spezifischen Jahresertrag (w_{Jahr}).

3.2.2 Kennzahlen der Photovoltaikanlage

Tabelle 3 Übersicht der Kennzahlen mit den dazugehörigen Abkürzungen

Investitionssumme	K_0
Installierte PV-Leistung	P_{STC}
Kosten pro installierte Leistung	k_0
Erwarteter spezifischer Jahresertrag	w_{Jahr}
Vergütung laut EEG	k_{EEG}
Jährliche Betriebskosten (in Prozent von K_0)	b
Jährliche Steigerung der Betriebskosten in Prozent	S_b
Angenommene jährliche Moduldegradation in Prozent	d

Formeln für die Berechnung der unterschiedlichen Kenngrößen:

Kosten pro installierte Leistung= K_0/P_{stc}

Berechnung des Jahresertrages: $W_{\text{Jahr}}= P_{\text{STC}}*w_{\text{Jahr}}$

Berechnung des Jahresertrages mit Berücksichtigung der Degradation: $W_{\text{Jahr}}= P_{\text{STC}}*w_{\text{Jahr}}*(1-d/100)^t$

Berechnung der Einnahmen: $K_{\text{Ein}}= k_{\text{EEG}}*W_{\text{Jahr}}$

Berechnung der Betriebskosten = $(b/100) *K_0$

Berechnung der Betriebskosten mit Berücksichtigung der jährlichen Steigung:

$((b/100) *K_0) *(1+sb/100)^t$

Berechnung des Überschusses: Überschuss= K_{Ein} - Betriebskosten

(Mertens (2022) S. 335f)

3.2.3 Strompreis

Die Bundesnetzagentur veröffentlicht die Ergebnisse des Bieterverfahrens für die Solaranlagen des ersten Segmentes. Die Bekanntmachung am 30.04.2024 ergab den durchschnittlichen, mengengewichtigen Zuschlagswert von 5,11ct/ kWh als anzulegenden Wert (BNETZA 2024b).

Die Vergütung für besondere Solaranlagen wird gemäß § 48 Abs.1 Nr.1b EEG 2023 um 2,5 ct/ kWh erhöht. In diese Kategorie fallen unter anderem Agri- Photovoltaikanlagen.

Der § 51 Abs.1 EEG 2023 gibt für die Jahre 2024 und 2025 bei einer Dauer von mindestens drei Stunden mit negativen Spotmarktpreis eine Verringerung des anzulegenden Wertes auf null vor. Die negativen Strompreise werden auf der Seite Netztransparenz veröffentlicht und lagen im Jahr 2021 bei 117 h, im Jahr 2022 bei 59 h und im Jahr 2023 bei 260 h (Netztransparenz 2024). Der Mittelwert liegt bei 147,33 h.

3.2.4 Vollständige Finanzierung

In der Tabelle vollständige Finanzierung 2020 (siehe Anhang Tabelle 11) lässt sich aus Spalte F im Jahr null die Investitionssumme für die Anlage entnehmen. Darunter ist aufgeführt, wie die Zusammensetzung hinsichtlich Eigenkapital und einer Fremdfinanzierung ausgestaltet ist. Die Fremdfinanzierung wird unter dem Darlehn_1 in Zeile 19 dargestellt. Die Laufzeit des Annuitätendarlehns entspricht der Laufzeit des EEGs und ist somit 20 Jahre. Der Zinssatz ergibt sich aus dem Konditionenrundsreiben Nr. 8/ 2024 der landwirtschaftlichen Rentenbank (Rentenbank 2024a). Photovoltaikfreiflächenanlagen sind nach dem Programm Nr. 256 der Rentenbank unter der Bedingung einer mindestens 50 % Eigentumsbeteiligung der Landwirtschaft in der Kategorie der LR-Top Konditionen förderfähig (Rentenbank 2024b). Dies bedeutet bei einem Annuitätendarlehn mit einer Laufzeit von 20 Jahren und einer Sollzinsbindung von 10 Jahren einen Zins von 3,6 %. Dazu kommen die maximalen Zinsaufschläge gemäß risikogerechtem Zinssystem. Die Spannweite entspricht von der Kategorie A mit keinem Aufschlag bis zur Kategorie I mit 6,40 % zusätzlich (Rentenbank 2024a). Für die Berechnung wird ein Rating der Kategorie B mit einem Aufschlag von 0,4 % angenommen. Agri-PV-Anlagen sind nach dem Programm Nr. 326 auch in der Kategorie LR-Premium einzuordnen. Unter der Fußnote 6 steht aber vermerkt, dass diese dafür keine Förderung, beispielsweise eine Einspeisevergütung erhalten dürfen. Eine Einspeisevergütung würden die geplante Anlage nicht erhalten, da diese über 100 kWp sind und somit der Direktvermarktungspflicht unterliegen. Wenn die Agri-Photovoltaikanlagen eine Förderung nach dem § 48 Abs. 1 Nr. 1 b EEG 2023 erhalten ist eine Förderung zu den LR-

Premiumkonditionen nicht möglich (Rentenbank (2024c)). Die Tilgung und die Zinsen werden in den Zeilen 20 und 21 der Tabelle vollständige Finanzierung abgezogen.

In der Zeile 12 der Tabelle werden die Erträge der Photovoltaikanlage berechnet. Dafür wird vom erwarteten spezifischen Jahresertrag der Anlage die Anzahl der Stunden mit negativem Strompreis abgezogen und multipliziert mit der installierten PV-Leistung. Diese wird dann wiederum mit der Vergütung laut EEG multipliziert.

Die Betriebskosten der Anlage werden in der Zeile 16 der Tabelle errechnet und entsprechen 1,5 % der Investitionskosten (Mertens (2022) S. 335). Es wird eine inflationsbedingte Erhöhung von 2% pro Jahr angenommen. Dies entspricht dem Inflationsziel der EZB.

In der Kalkulation werden die liquiden Mittel am Ende des Geschäftsjahres mit einem angenommenen Zinssatz von 4 % in eine Kapitalanlage (Zeile 30- 32) investiert. Die erwirtschafteten Zinserträge fließen in die Erfolgsrechnung mit ein.

Beim Boden, auf dem die PV-Anlage errichtet wird, wird davon ausgegangen, dass dieser dem Vorhabensträger gehört. Dort steht bereits ein Stallgebäude für die Legehennen und die dazugehörige Auslauffläche ist angelegt.

Die Afa der Anlage wurde auf 20 Jahre berechnet und ist in Zeile 41 Tabelle vollständige Finanzierung aufgeführt. Der Gewinn vor Steuern wird in Zeile 44 der Tabelle aus den Erträgen abzüglich der Betriebskosten, den Zinsen und der Afa errechnet.

Für eine Ermittlung der Steuerlast erfolgt eine Abgrenzung der Einkunftsarten anhand der Nutzung des erzeugten Stroms. Wird der Strom überwiegend nicht im landwirtschaftlichen Betrieb verbraucht, liegen Einkünfte aus Gewerbebetrieb nach § 15 EStG vor (Haufe 2024). Da bei allen Anlagen von einer Volleinspeisung ausgegangen wird, wird die Steuerlast nach dem Einkommenssteuertarif berechnet.

Die Eigenkapitalrendite (Zeile 50) in Prozent stellt das Verhältnis zwischen Gewinn und Eigenkapital nach Steuern dar.

Die Amortisationsdauer der Anlage wird in Zeile 51 berechnet und sagt aus, in welchem Zeitraum das eingesetzte Kapital wieder zurück erwirtschaftet wird.

Der Return on Investment (Zeile 64) ist die durchschnittliche Rendite auf die Investition, berechnet aus der Umsatzgewinnrendite (Zeile 62) multipliziert mit dem Kapitalumschlag (Zeile 63).

3.2.5 Monte-Carlo-Simulation

Die Monte-Carlo-Simulation, auch bekannt als stochastische Simulation ist ein parametrisches und numerisches Verfahren. Als ersten Schritt werden dafür die schwankenden Parameter in der Berechnung identifiziert.

Dabei werden Verteilungen für einzelne Zufallszahlen geschätzt und diese Zufallszahl wird in der vorgegebenen Spannweite und mit der vorgegebenen Anzahl an Wiederholungen simuliert. Danach wird die kumulierte relative Häufigkeitsverteilung der Ergebnisse dargestellt (Mußhoff, Hirschhauer 2020, S. 425 ff).

Für die Berechnung der Leistung von PV-Anlagen wurden als schwankenden Parameter die Globalstrahlung und der negative Strompreis identifiziert.

Dafür wurde von der durchschnittlichen Globalstrahlung für Deutschland im Zeitraum von 1983 – 2023 die Standardabweichung berechnet (siehe Anhang Tabelle 12). Diese beträgt 59,11 h und ist somit die Schwankungsbreite für die Globalstrahlung.

Der § 51 Abs.1 EEG 2023 gibt für die Jahre 2024 und 2025 bei einer Dauer von mindestens drei Stunden mit negativen Spotmarktpreis, eine Verringerung des anzulegenden Wertes auf null vor (Netztransparenz 2024). Die Stunden für negative Strompreise liegen im Durchschnitt der Jahre 2021 – 2023 bei 145,33 h. Die Standardabweichung beträgt 103,45 h und ist somit die Schwankungsbreite für die Anzahl an nicht vergüteten Stunden.

Die Schwankungen der Sonnenstunden und die negativen Strompreise sind in der Simulation nicht miteinander verknüpft, denn die Entstehung von negativen Strompreisen ist nicht allein auf die Sonnenscheindauer zurückzuführen. Der Strommarkt wird durch Angebot und Nachfrage steuert. Die Nachfrage ist abhängig von Werk-, Sonn- oder Feiertagen und wie hoch die Stromabnahme der Industrie an diesen Tagen ist. Das Angebot auf dem Strommarkt besteht zudem nicht allein aus Solarstrom, sondern aus einer Vielzahl unterschiedlicher Energieproduzenten wie konventionellen Kraftwerken und der Windkraftanlagen. Viele Kraftwerke können ihre Kapazitäten nicht ohne weiteres schnell herunterfahren und die Stromproduktion der Windkraftanlagen ist wetterabhängig (Next Kraftwerke 2024).

3.2.6 Stromgestehungskosten

Die Berechnung der Stromgestehungskosten (Levelized Costs of Electricity) ermöglicht es, die Kosten für die Herstellung von Strom aus Photovoltaikanlagen mit anderen

Herstellungsmethoden zu vergleichen (Fraunhofer ISE 2024). Die Kosten werden in Euro pro kWh mit folgender Formel berechnet:

$$LCOE = \frac{I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{A_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{M_{t,el}}{(1+i)^t}}$$

Abbildung 10 Formel für die Berechnung der Stromgestehungskosten (Fraunhofer ISE 2024)

Die jährlichen Gesamtkosten A_t berechnen sich aus den fixen Betriebskosten addiert mit den variablen Betriebskosten und dem Restwert der Anlage dividiert durch die Entsorgungskosten der Anlage (Fraunhofer 2024, S. 39).

4 Durchführung

Bei allen drei Anlagentypen werden zuerst die rechtlichen Rahmenbedingungen in schriftlicher Form erläutert. Danach werden zwei Investitionssummen je Anlage kalkuliert. Die Variante 1 richtet sich nach dem Break- Even Point, dem Punkt, ab dem der Unternehmer keinen Gewinn erzielt und Verlust hat.

Die Variante 2 richtet sich nach dem Return on Investment mit der festgesetzten Zielgröße von 5 %. Diese Größe wird gewählt damit ein Mehrertrag gegenüber den Darlehnszinsen erwirtschaftet werden kann und somit durch den Leverage-Effekt die Eigenkapitalrendite ansteigt.

4.1 Freiflächenphotovoltaikanlage mit Bebauungsplan

Der Bau einer Freiflächenphotovoltaikanlage in einem Legehennenauslauf ist mit einem vorhabenbezogenen Bebauungsplan möglich, denn in der Vermarktungsnorm für Eier (siehe Kapitel 2.4.2) gibt es keine Spezifizierung hinsichtlich der Art der Solarpaneele. Es gibt keine Pflicht zum Bau einer Agri-PV Anlage. Der Rahmen für das Bauvorhaben wird im Bebauungsplan nach Ermessen der Gemeinde unter Berücksichtigung der öffentlichen Belange festgesetzt.

Die Berücksichtigung der öffentlichen Belange erfolgt anhand von § 1 Abs. 4 – 7 BauGB. Hierbei ist zu beachten, dass die Bebauungspläne nach § 1 Abs. 4 BauGB der Raumordnung anzupassen sind, nach § 5 BauGB ist der Rahmen für eine nachhaltige städtebauliche Entwicklung vorgegeben, in § 6 BauGB werden Belange aufgezählt, welche insbesondere zu berücksichtigen sind und der § 7 BauGB gibt vor, dass zwischen öffentlichen und privaten Belangen gerecht abgewogen werden muss.

4.1.1 Kalkulatorische Größen der Investitionssummen

Für eine 6 ha Freiflächenphotovoltaikanlage mit B-Plan werden die Investitions-Budgets errechnet die unter Annahme der beschriebenen Parameter einmal zum Erreichen des Break Even Points (Variante 1) führen und einmal zum Erreichen von 5% Return on Investment (Variante 2).

4.1.1.1 Variante 1: Maximale Investitionssumme zum Erreichen des Break Even Point

Wenn die Anlage 6 ha Freiflächenphotovoltaik, erbaut mit einem Bebauungsplan, Investitionskosten in Höhe von 3.050.000 € verursacht, erzielt der Unternehmer im Schnitt der Betriebsjahre keinen Gewinn und keinen Verlust.

Tabelle 4 Kennzahlen der Anlage 6 ha B- Plan Variante 1 die Break Even Point Berechnung (eigene Darstellung)

Anlage 6 ha B-Plan		
Variante 1		
Investitionssumme	3.050.000	Euro
Installierte PV-Leistung	6.000	kWp
Kosten pro installierter Leistung	508,333333	Euro/kWp
Erwarteter spezifischer Jahresertrag	997,31	kWh/kWp
Vergütung laut EEG	5,11	Cent/kWh
Jährliche Betriebskosten (in Prozent von K0)	1,5	%
Angenommene Steigung der Betriebskosten (Inflation)	2	%
Angenommene jährliche Moduldegradation in Prozent	0,25	%
Eingesetztes Eigenkapital	500.000	Euro
Darlehn	2.550.000	Euro
Zins	4	%
kalkulierte Nutzungsdauer	20	Jahre
Eigenkapital nach 20 Jahren (siehe Erläuterung unten)	488.673	Euro
ROI	0,0093	%
Amortisationsdauer	20 +	Jahre
Stromgestehungskosten	0,048	€

Die Streuung des Eigenkapitals bei 20.000 Wiederholungen liegt in einer Spannbereite von -500.000 € bis 350.000 €. Der Median liegt bei 5.365,7 €.

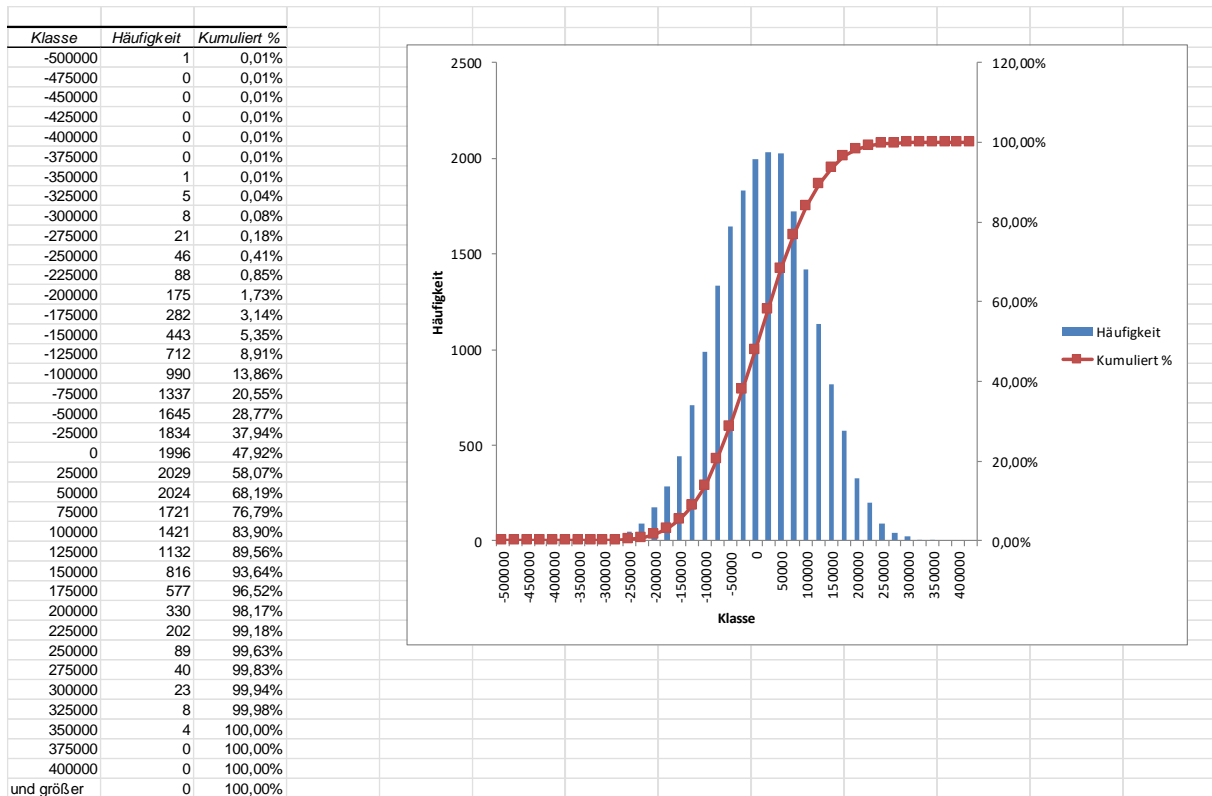


Abbildung 11: Graphische Darstellung der Monte- Carlo- Simulation mit 20.000 Wiederholungen der Anlage 6 ha B-Plan Variante 1 die Break Even Point Berechnung (eigene Darstellung)

4.1.1.2 Variante 2: Zielgröße: Return on Investment 5 %

Wenn die Anlage 6 ha mit B-Plan einen Return on Investment von 5 % erreicht, liegt die kalkulatorische Investitionssumme bei 1.680.000 €. Die Eigenkapitalrendite nach Steuern liegt für die Anlage dann bei 8,7 %.

Tabelle 5 Kennzahlen der Anlage 6 ha B- Plan Variante 2 mit dem Zielwert Return on Investment 5 % (eigene Darstellung)

Anlage 6 ha B-Plan		
Variante 2		
Investitionssumme	1.680.000	Euro
Installierte PV-Leistung	6.000	kWp
Kosten pro installierter Leistung	280	Euro/kWp
Erwarteter spezifischer Jahresertrag	997,31	kWh/kWp
Vergütung laut EEG	5,11	Cent/kWh
Jährliche Betriebskosten (in Prozent von K0)	1,5	%
Angenommene Steigung der Betriebskosten (Inflation)	2	%
Angenommene jährliche Moduldegradation in Prozent	0,25	%
Eingesetztes Eigenkapital	500.000	Euro
Darlehn	1.180.000	Euro
Zins	4	%
kalkulierte Nutzungsdauer	20	Jahre
Eigenkapital nach 20 Jahren (siehe Erläuterung unten)	2.674.245	Euro
ROI	5	%
Amortisationsdauer	10	Jahre
Stromgestehungskosten	0,0261	€

Die Wiederholungen des Eigenkapitals ergeben eine Streuung in der Spannweite von 1.925.000 € bis 2.350.000 €. Der Median liegt bei 2.140.296 €.

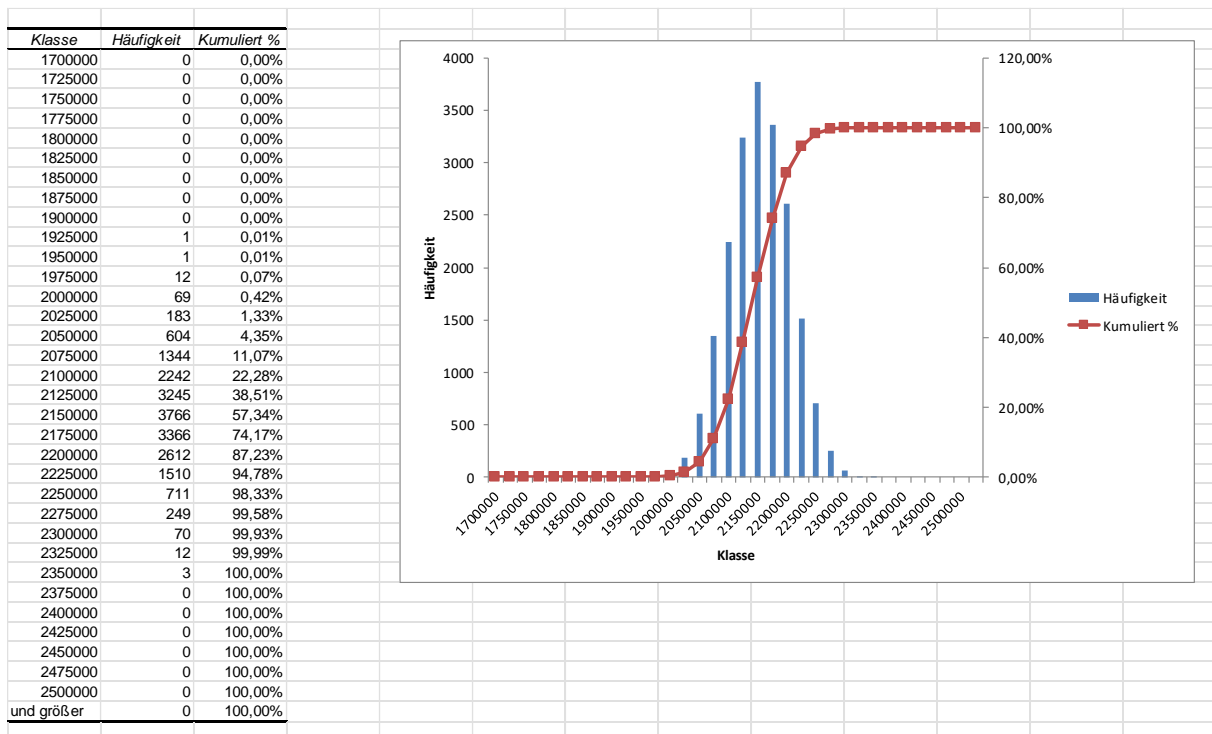


Abbildung 12 Graphische Darstellung der Monte- Carlo- Simulation mit 20.000 Wiederholungen der Anlage 6 ha B-Plan Variante 2 mit dem Zielwert Return on Investment 5 % (eigene Darstellung)

4.2 6 ha Agri-Photovoltaik mit Bebauungsplan

Der Bau einer Agri-Photovoltaikanlage in einem Legehennenauslauf kann mit Hilfe eines vorhabensbezogenem Bebauungsplan durchgeführt werden. Nach § 48 Abs. 1b EEG 2023 werden nur senkrecht aufgerichtete Module mit einer lichten Höhe von mindestens 80 cm und alle weiteren Aufständungen ab einer lichten Höhe von 2,10 m gefördert. Deshalb wird für die Planung dieser Anlage die Kategorie 1D nach der DIN SPEC 91434 ausgewählt. Vorgabe für die Kategorie 1 ist es, dass maximal 10 % der landwirtschaftlich nutzbaren Flächen durch Aufbauten oder Unterkonstruktionen verloren gehen dürfen.

Laut der DIN SPEC 91492 muss ein landwirtschaftliches Nutzungskonzept (siehe Kapitel 2.1.2) vorgelegt werden, indem die Tierart und der Flächenbesatz erfasst wird. Wenn auf der Fläche bereits vor dem Bau der Agri-Photovoltaikanlage bereits eine Tierhaltung stattgefunden hat, kann diese als Referenzwert genutzt werden. Durch die Legehennen findet keine vorrangige Nutzung des Biomasseaufwuchses statt und dieser stellt auch nicht die Futtergrundlage der Hennen dar und muss somit nicht als Referenzertrag berechnet werden.

Wenn eine Agri-Photovoltaikanlage mit Bebauungsplan errichtet werden soll, müssen ebenfalls die öffentlichen Belange anhand von § 1 Abs. 4 – 7 BauGB berücksichtigt werden. Hierbei ist zu beachten, dass die Bebauungspläne nach § 1 Abs. 4 BauGB der Raumordnung anzupassen sind. Nach § 5 BauGB ist der Rahmen für eine nachhaltige städtebauliche Entwicklung vorgegeben, in § 6 BauGB werden Belange aufgezählt, welche insbesondere zu berücksichtigen sind. Der § 7 BauGB gibt vor, dass zwischen öffentlichen und privaten Belangen gerecht abgewogen werden muss.

4.2.1 Kalkulatorische Größen der Investitionssummen

Für eine 6 ha Agri- Photovoltaikanlage mit B-Plan werden die Investitions-Budgets errechnet die unter Annahme der beschriebenen Parameter einmal zum Erreichen des Break Even Points (Variante 1) führen und einmal zum Erreichen von 5% Return on Investment (Variante 2).

4.2.1.1 Variante 1: Maximale Investitionssumme zum Erreichen des Break Even Point

Im Fall, dass die Anlage 6 ha Agri-Photovoltaik, erbaut mit einem Bebauungsplan, Investitionskosten in Höhe von 4.400.000 € verursacht, erzielt der Unternehmer im Durchschnitt der Betriebsjahre keinen Gewinn und keinen Verlust.

Tabelle 6: Kennzahlen der Anlage 6 ha Agri- PV Variante 1 die Break Even Point Berechnung (eigene Darstellung)

Anlage 6 ha Agri-PV		
Variante 1		
Investitionssumme	4.400.000	Euro
Installierte PV-Leistung	6.000	kWp
Kosten pro installierter Leistung	733,333333	Euro/kWp
Erwarteter spezifischer Jahresertrag	997,31	kWh/kWp
Vergütung laut EEG	7,6	Cent/kWh
Jährliche Betriebskosten (in Prozent von K0)	1,5	%
Angenommene Steigung der Betriebskosten (Inflation)	2	%
Angenommene jährliche Moduldegradation in Prozent	0,25	%
Eingesetztes Eigenkapital	500.000	Euro
Darlehn	3.900.000	Euro
Zins	4	%
kalkulierte Nutzungsdauer	20	Jahre
Eigenkapital nach 20 Jahren (siehe Erläuterung unten)	487.323	Euro
ROI	1,5	%
Amortisationsdauer	20+	Jahre
Stromgestehungskosten	0,069	€

Die Spannweite der Streuung des Eigenkapitals beträgt bei dieser Simulation -500.000 € bis 525.000 €. Der Median liegt bei 49.458 €.

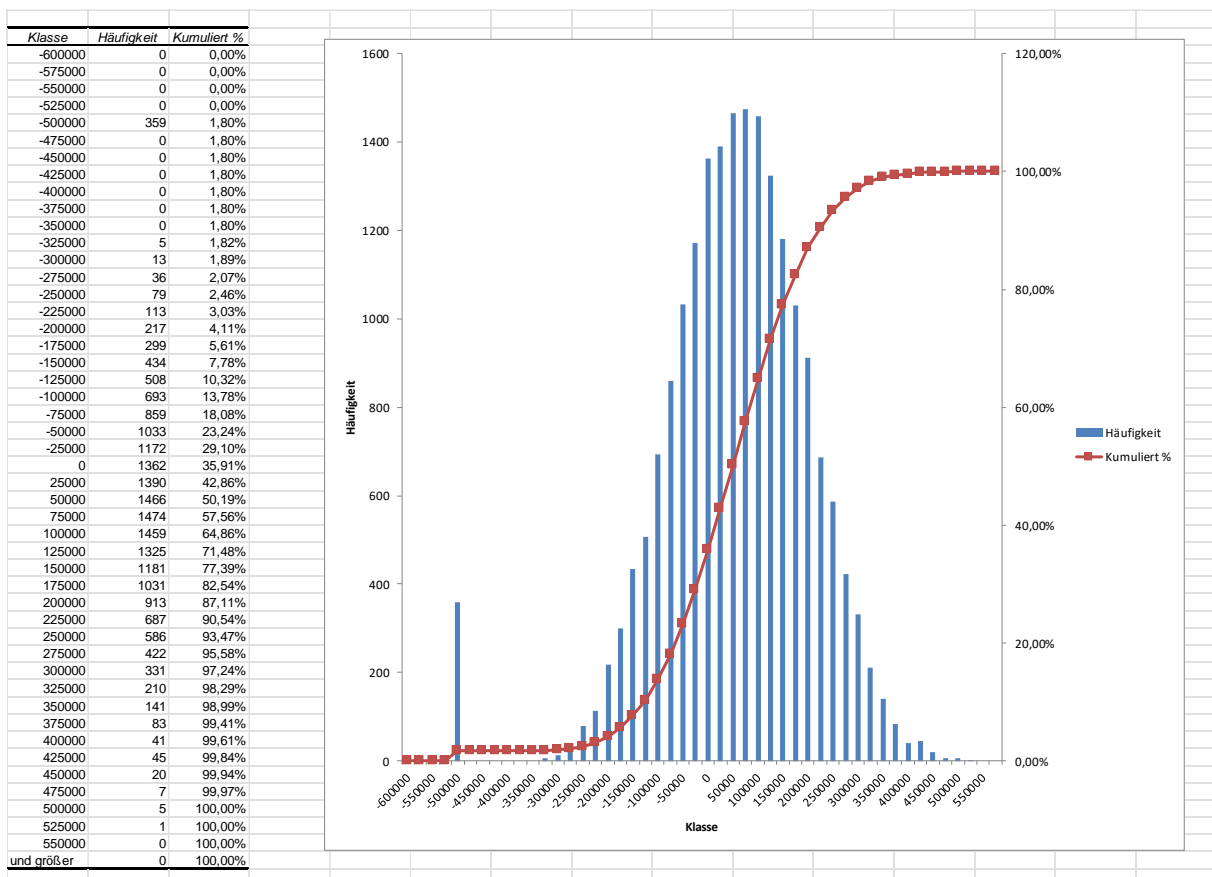


Abbildung 13: Graphische Darstellung der Monte- Carlo- Simulation mit 20.000 Wiederholungen der Anlage 6 ha Agri- PV Variante 1 die Break Even Point Berechnung (eigene Darstellung)

4.2.1.2 Variante 2: Zielgröße: Return on Investment 5 %

Wenn die Anlage 6 ha Agri-PV die Zielgröße von 5 % Return on Investment erreicht, liegt die kalkulatorische Investitionssumme bei 2.500.000 €. Die Eigenkapitalrendite nach Steuern liegt für die Anlage dann bei 10,2 %.

Tabelle 7: Kennzahlen der Anlage 6 ha Agri- PV Variante 2 mit dem Zielwert Return on Investment 5 % (eigene Darstellung)

Anlage 6 ha Agri-PV		
Variante 2		
Investitionssumme	2.500.000	Euro
Installierte PV-Leistung	6.000	kWp
Kosten pro installierter Leistung	416,666667	Euro/kWp
Erwarteter spezifischer Jahresertrag	997,31	kWh/kWp
Vergütung laut EEG	7,6	Cent/kWh
Jährliche Betriebskosten (in Prozent von K0)	1,5	%
Angenommene Steigung der Betriebskosten (Inflation)	2	%
Angenommene jährliche Moduldegradation in Prozent	0,25	%
Eingesetztes Eigenkapital	500.000	Euro
Darlehn	2.000.000	Euro
Zins	4	%
Eigenkapital nach 20 Jahren (siehe Erläuterung unten)	3.483.544	Euro
kalkulierte Nutzungsdauer	20	Jahre
ROI	5	%
Amortisationsdauer	11	Jahre
Stromgestehungskosten	0,039	€

Die Streuung des Eigenkapitals bei 20.000 Wiederholungen liegt in einer Spannbreite von -2.600.000 € bis 3.225.000 €. Der Median liegt bei 2.906.465 €.

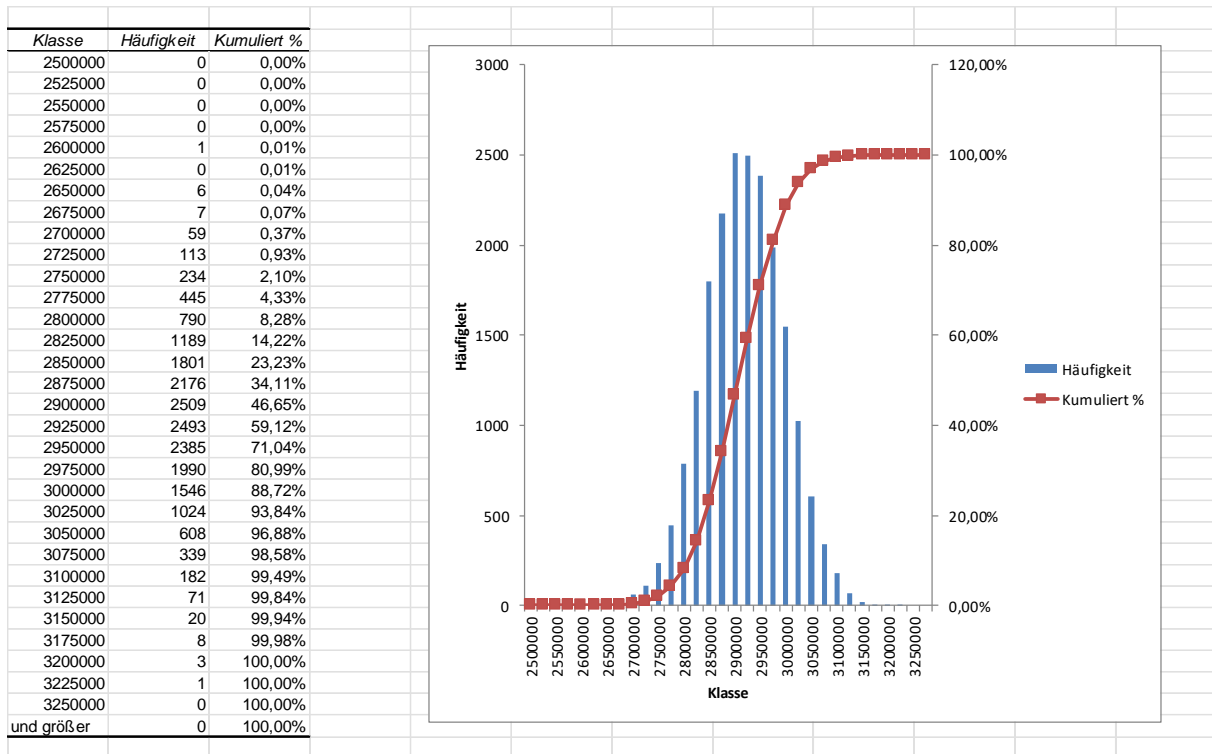


Abbildung 14: Graphische Darstellung der Monte- Carlo- Simulation mit 20.000 Wiederholungen der Anlage 6 ha Agri- PV Variante 2 mit dem Zielwert Return on Investment 5 % (eigene Darstellung)

4.3 2,5 ha Agri-Photovoltaik im privilegierten Bauvorhaben

Der Bau einer Agri-Photovoltaikanlage in einem Legehennenauslauf ist durch ein privilegiertes Bauverfahren nach §35 Abs. 1 Nr. 9 BauGB möglich. Die Voraussetzungen dafür bestehen darin, dass die Anlage in einem räumlich-funktionalen Zusammenhang mit einem Betrieb nach § 35 Abs. 1 Nr. 1 oder 2 BauGB stehen. Dies meint den Zusammenhang mit einem landwirtschaftlichen Betrieb im Sinne von § 201 BauGB. Des Weiteren darf die Grundfläche der Anlage 25.000 qm² nicht überschreiten und es darf je Hofstelle oder Betriebsstandort nur eine Anlage betrieben werden.

Nach § 48 Abs. 1b EEG 2023 werden nur senkrecht aufgerichtete Module mit einer lichten Höhe von mindestens 80 cm und alle weiteren Aufständungen ab einer lichten Höhe von 2,10 m gefördert. Deshalb wird für die Planung dieser Anlage ebenfalls die Kategorie 1D nach der DIN SPEC 91434 ausgewählt. Vorgabe für die Kategorie 1 ist es, dass maximal 10 % der landwirtschaftlich nutzbaren Flächen durch Aufbauten oder Unterkonstruktionen verloren gehen dürfen. Laut der DIN SPEC 91492 muss auch bei privilegierten Bauvorhaben ein landwirtschaftliches Nutzungskonzept vorgelegt werden, indem die Tierart und der

Flächenbesatz erfasst wird. Wenn auf der Fläche bereits vor dem Bau der Agri-Photovoltaikanlage bereits eine Tierhaltung stattgefunden hat, kann diese als Referenzwert genutzt werden. Durch die Legehennen findet keine vorrangige Nutzung des Biomasseaufwuchses statt und dieser stellt auch nicht die Futtergrundlage der Hennen dar.

Bei einem privilegierten Bauvorhaben dürfen laut § 35 Abs. 1 BauGB die öffentlichen Belange nicht entgegenstehen und die Erschließung muss gewährleistet sein.

4.3.1 Kalkulatorische Größen der Investitionssummen

Für eine 2,5 ha Agri-Photovoltaikanlage im privilegiertem Bauverfahren werden die Investitions-Budgets errechnet die unter Annahme der beschriebenen Parameter einmal zum Erreichen des Break Even Points (Variante 1) führen und einmal zum Erreichen von 5% Return on Investment (Variante 2).

4.3.1.1 Variante 1: Maximale Investitionssumme zum Erreichen des Break Even Point

Wenn die Anlage 2,5 ha Agri-Photovoltaik, erbaut im privilegiertem Bauverfahren, Investitionskosten in Höhe von 2.000.000 € verursacht, erzielt der Unternehmer im Durchschnitt der Betriebsjahre keinen Gewinn und keinen Verlust.

Tabelle 8: Kennenzahlen der Anlage 2,5 ha Agri- PV Variante 1 die Break Even Point Berechnung (eigene Darstellung)

Anlage 2,5 ha Agri-PV		
Variante 1		
Investitionssumme	2.000.000	Euro
Installierte PV-Leistung	2.500	kWp
Kosten pro installierter Leistung	800	Euro/kWp
Erwarteter spezifischer Jahresertrag	997,31	kWh/kWp
Vergütung laut EEG	7,6	Cent/kWh
Jährliche Betriebskosten (in Prozent von K0)	1,5	%
Angenommene Steigung der Betriebskosten (Inflation)	2	%
Angenommene jährliche Moduldegradation in Prozent	0,25	%
Eingesetztes Eigenkapital	500.000	Euro
Darlehn	1.500.000	Euro
Zins	4	%
Eigenkapital nach 20 Jahren (siehe Erläuterung unten)	497.725	Euro
kalkulierte Nutzungsdauer	20	Jahre
ROI	0,75	%
Eigenkapital nach Steuern der gesamten Laufzeit	0	%
Amortisationsdauer	20+	Jahre
Stromgestehungskosten	0,075	€

Die Spannweite für die Streuung der Simulation des Eigenkapitals liegt in einem Bereich von -275.000 € bis 200.000 €. Der Median liegt bei – 50.508 €.

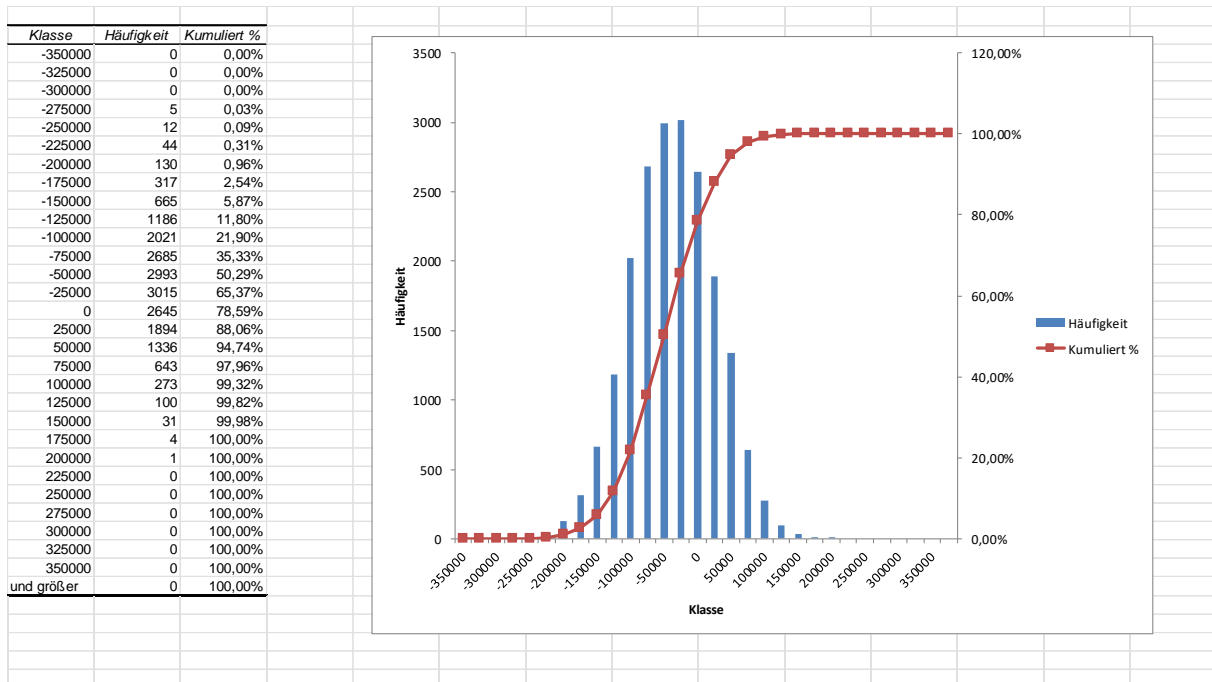


Abbildung 15: Graphische Darstellung der Monte- Carlo- Simulation mit 20.000 Wiederholungen der Anlage 2,5 ha Agri- PV Variante 1 die Break Even Point Berechnung (eigene Darstellung)

4.3.1.2 Variante 2: Zielgröße: Return on Investment 5 %

Wenn die Anlage 2,5 ha Agri-PV einen Return on Investment von 5 % erreicht, liegt die kalkulatorische Investitionssumme bei 1.055.000 €. Die Eigenkapitalrendite nach Steuern liegt für die Anlage dann bei 7,2 %.

Tabelle 9: Kennzahlen der Anlage 2,5 ha Agri- PV Variante 2 mit dem Zielwert Return on Investment 5 % (eigene Darstellung)

Anlage 2,5 ha Agri-PV		
Variante 2		
Investitionssumme	1.055.000	Euro
Installierte PV-Leistung	2.500	kWp
Kosten pro installierter Leistung	422	Euro/kWp
Erwarteter spezifischer Jahresertrag	997,31	kWh/kWp
Vergütung laut EEG	7,6	Cent/kWh
Jährliche Betriebskosten (in Prozent von K0)	1,5	%
Angenommene Steigung der Betriebskosten (Inflation)	2	%
Angenommene jährliche Moduldegradation in Prozent	0,25	%
Eingesetztes Eigenkapital	500.000	Euro
Darlehn	555.000	Euro
Zins	4	%
Eigenkapital nach 20 Jahren (siehe Erläuterung unten)	2.008.571	Euro
kalkulierte Nutzungsdauer	20	Jahre
ROI	5	%
Amortisationsdauer	10	Jahre
Stromgestehungskosten	0,039	€

Die Streuung des Eigenkapitals liegt in einer Spannweite von 140.000 € bis 1.650.000 €. Der Median liegt bei 1.518.636 €.

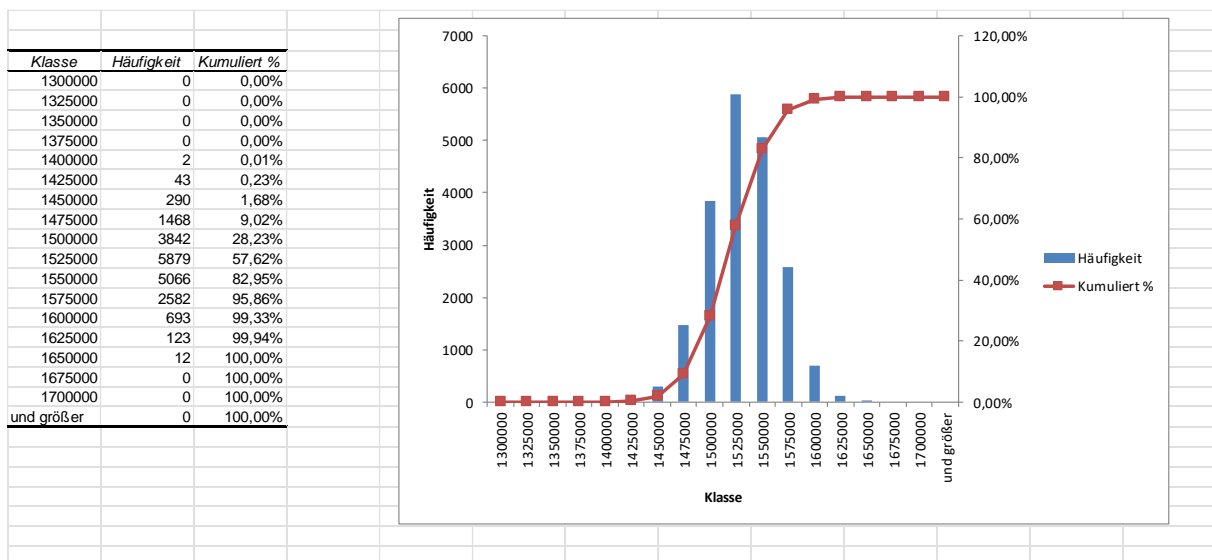


Abbildung 16: Graphische Darstellung der Monte- Carlo- Simulation mit 20.000 Wiederholungen der Anlage 2,5 ha Agri- PV Variante 2 mit dem Zielwert Return on Investment 5 % (eigene Darstellung)

5 Auswertung

Die kalkulierten Investitionskosten sind bei allen drei Anlagentypen in der Variante 1, der Break-Even-Point-Berechnung, fast doppelt so hoch wie bei der zweiten Variante, mit dem Zielwert eines Returns on Investment von 5 %.

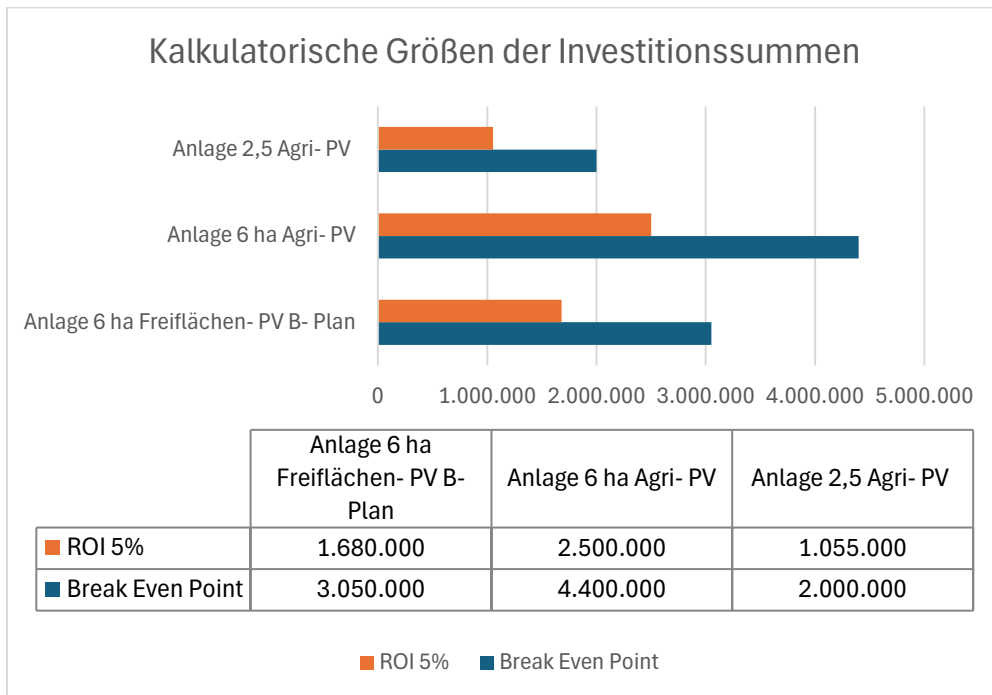


Abbildung 17: Kalkulatorische Größen der Investitionssummen (eigene Darstellung)

Die Errechnung wahrscheinlicher Eigenkapitalbestände nach 20 Jahren Betrieb bei den Verschiedenen Anlagen und Varianten führt zu den im Folgenden dargestellten Ergebnissen. In diesen Ergebnissen sind alle in den Tabellen vollständige Finanzierung (siehe Anhang Tabelle 13 – 24) berücksichtigten Parameter enthalten.

Die Ergebnisse der Monte-Carlo-Simulation der Variante 1 (Break Even Point) wurden in Worst-Case (orange), Real-Case (Grün) und Best-Case (blau) Szenarien eingeteilt. Dem Worst-Case-Szenario wurde die 10 % niedrigsten Ergebnisse und dem Best-Case-Szenario die 10 % höchsten Ergebnisse zugeordnet.

Für die Anlage 6 ha Freiflächenphotovoltaik, erbaut mit einem Bebauungsplan, liegt der niedrigste Eigenkapitalwert bei -550.000 €. Die Spannweite für den Worst-Case erstreckt sich bis kleiner oder gleich 100.000 €. Ab größer oder gleich 150.000 € bis 343.834 € liegt der Best-Case. Zwischen diesen beiden Cases liegt der Real-Case, in dem 80 % der Simulationsergebnisse liegen. Mit einer Spannweite von 50.000 ist diese deutlich kleiner als die der Worst- und Best- Cases. Alle Ergebnisse des Real- Case sind positiv.

Der kleinste Eigenkapitalwert der Anlage 6 ha Agri- PV liegt bei – 500.000 € und die schlechtesten 10 % gehen bis – 125.000 €. Der Real- Case hat eine Spannweite von -125.000 bis 225.000 € und der Best-Case reicht bis 510.161. Bei diesen Cases ist die Streuung deutlich höher und etwa 1/3 der Ergebnisse des Real- Cases liegen im negativen Bereich.

Bei der 2,5 ha Agri-PV-Anlage beträgt der kleinste Eigenkapitalwert -298.812 und die Spannweite der Worst-Cases reicht bis kleiner oder gleich – 125.000 €. Der Real-Case reicht bis kleiner oder gleich 25.000 und der Best-Case reicht bis 182.568. Damit liegen 83,3 % des Real- Cases im negativen Bereich.

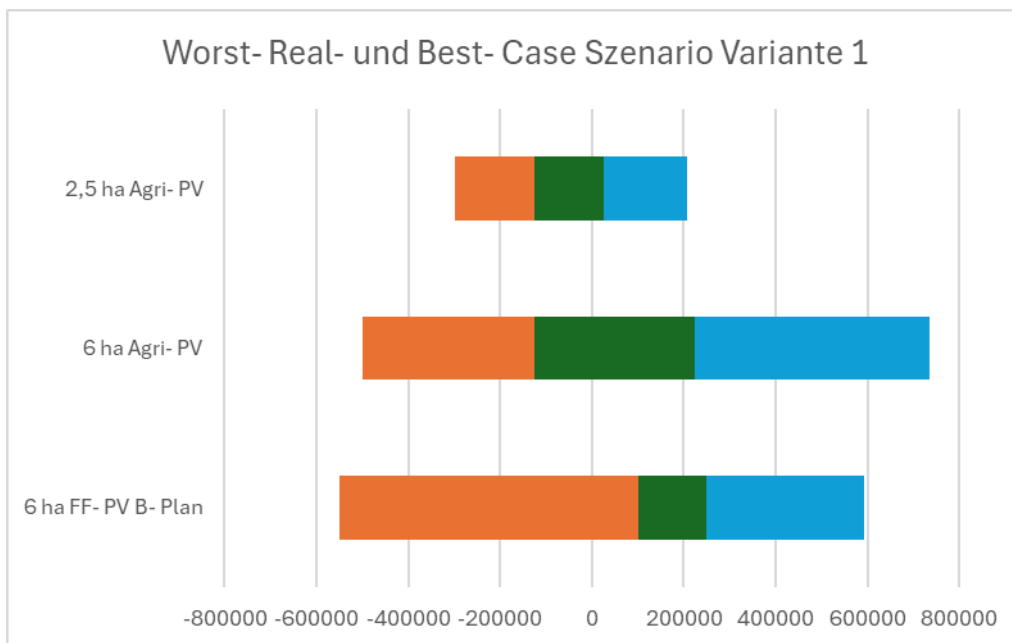


Abbildung 18: Worst- Real- und Best- Case Szenario Variante 1 die Break Even Point Berechnung (eigene Darstellung)

In der Variante 2 mit dem Zielwert Return on Investment 5 % liegen alle Ergebnisse aller drei Anlagen im positiven Bereich. Bei der 6 ha Freiflächenphotovoltaikanlage, erbaut mit einem B-Plan, beginnt das Worst-Case Szenario bei 1.910.518,65 € und geht bis kleiner oder gleich 2.075.000 €. Der Real-Case hat eine Spannweite bis kleiner oder gleich 2.200.000. Der Best-Case erstreckt sich bis zu dem maximalen Wert von 2.349.269,2 €.

Die Anlage 6 ha Agri-PV hat einen Worst-Case von 2.582.681,1 € bis kleiner oder gleich 2.825.000 €. Der Real-Case erstreckt bis kleiner oder gleich 3.000.000 € und der Best-Case bis 1.649.190 €.

Bei der kleinsten Anlage der 2,5 ha Agri-PV-Anlage liegt das niedrigste Ergebnis bei 1.910.518 € und die Spannweite des Worst-Cases reicht bis kleiner oder gleich 2.075.000 €. Der Real-

Case reicht bis kleiner oder gleich 2.200.000 € und der Best-Case bis zum dem Wert 2.349.269 €.

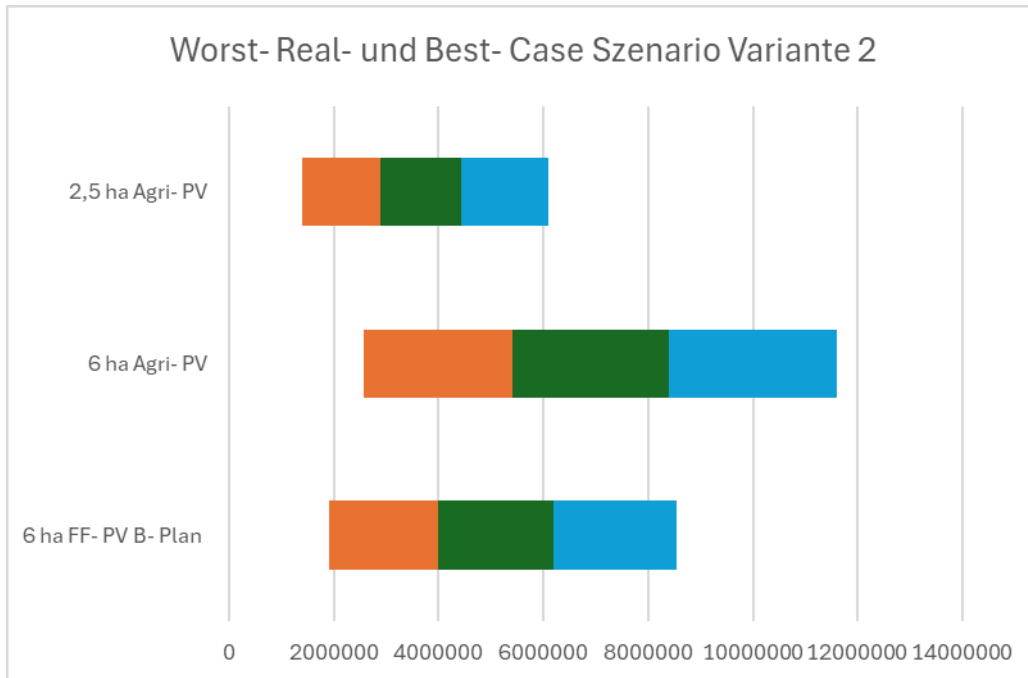


Abbildung 19: Worst-, Real- und Best- Case Szenario Variante 2 mit dem Zielwert 5 % Return on Investment (eigene Darstellung)

Der Vergleich der Mediane der Simulation des Eigenkapitals von der Variante 1 zeigt, dass der Median bei der 2,5 ha Anlage Agri-PV negativ ist. Bei der Anlage 6 ha Freiflächenphotovoltaik, erbaut mit Bebauungsplan, ist der Wert mit 5.365,70 € im niedrigen positiven Bereich. Bei der dritten Variante, 6 ha Agri-PV liegt der Wert am höchsten, und zwar bei 49.458 €.

In der zweiten Variante (5% RoI) schneidet wiederum die kleine 2,5 ha Agri-PV-Anlage mit 1.518.636 € am niedrigsten ab. Danach kommt die Anlage 6 ha Freiflächenphotovoltaik, erbaut mit Bebauungsplan, mit 2.140.296,49 € und das höchste Ergebnis erzielt die 6 ha Agri-PV-Anlage mit 2.906.465 €.

Tabelle 10: Median der 20.000 Wiederholungen der Monte- Carlo- Simulation (eigene Darstellung)

	6 ha FF- PV B- Plan		6 ha Agri- PV		2,5 ha Agri- PV	
	1 Variante	2 Variante	1 Variante	2 Variante	1 Variante	2 Variante
Vergleich Median	5365,7	2140296,49	49458	2906465	-50508	1518636

Bei den Kosten pro kWp ist bei der ersten Variante die Anlage 6 ha Freiflächenphotovoltaik B-Plan mit 508,33 €/kWp am günstigsten. Die Kosten der Agri-PV-Anlagen liegen mit 733, 33 €/kWp für die 6 ha Anlage und 800 €/kWp für 2,5 ha Agri- PV Anlage höher.

Bei der Variante 2 liegen die Werte der Anlage 6 ha Freiflächenphotovoltaik B-Plan bei 280 €/kWp, bei der Anlage 6 ha Agri-PV bei 416,67 € pro kWp und bei der 2,5 ha Agri-PV Anlage bei 422 €/kWp.

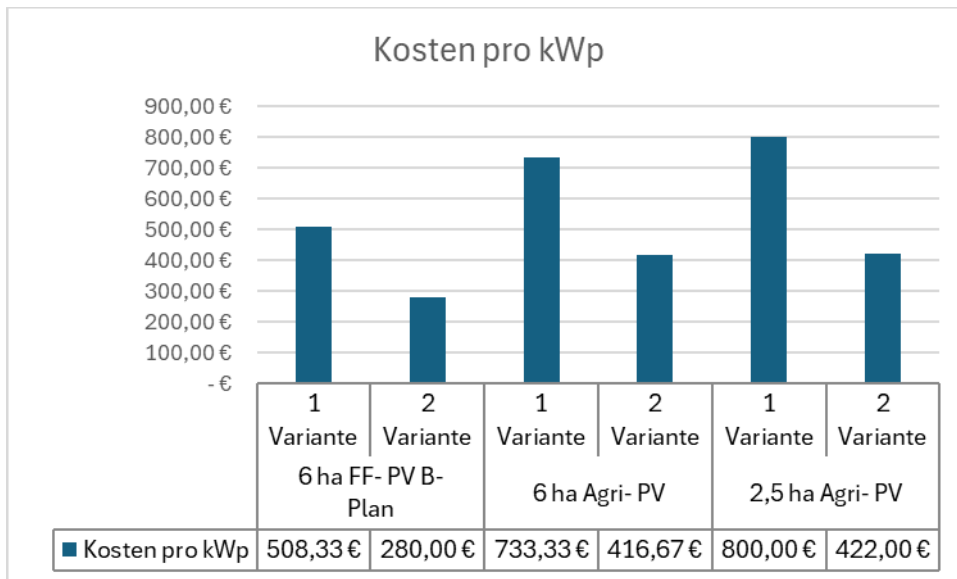


Abbildung 20: Kosten pro kWp der untersuchten Varianten (eigene Darstellung)

Die Stromgestehungskosten der ersten Variante liegen bei den 6 ha Freiflächenphotovoltaik B-Plan bei 0,048 ct, bei den 6 ha Agri-PV bei 0,069 ct und bei den 2,5 ha Agri-PV bei 0,075 ct. Somit liegen die Stromgestehungskosten bei jeder Anlage in der ersten Variante höher als in der zweiten. Diese liegen in der zweiten Variante der 6 ha Freiflächenphotovoltaik B-Plan Anlage bei 0,0261 ct, bei der 6 ha Agri-PV-Anlage bei 0,039 ct und bei der 2,5 ha Agri-PV-Anlage ebenfalls bei 0,39 ct.

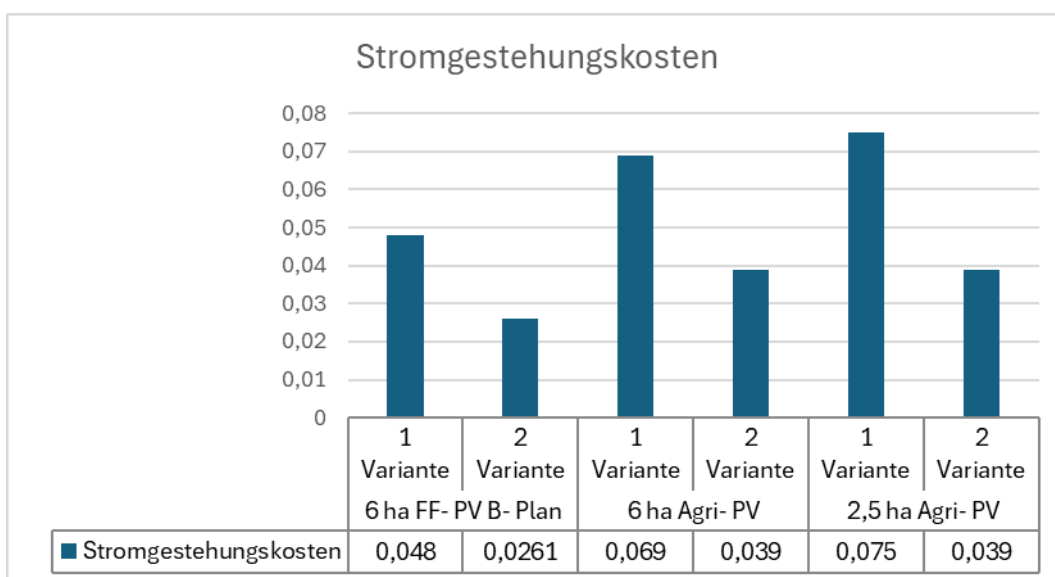


Abbildung 21: Stromgestehungskosten der untersuchten Varianten (eigene Darstellung)

6 Ergebnisse

Bei dem Bau einer Photovoltaikanlage mit Bebauungsplan gibt es sowohl die Möglichkeit, eine klassische Freiflächenphotovoltaikanlage sowie auch eine Agri-PV-Anlage zu errichten. Bei einem vorhabenbezogenen Bebauungsplan hat der Vorhabensträger direkten Einfluss auf die Festsetzungen im Bebauungsplan und kann dadurch versuchen, für das Projekt individuelle Rahmenbedingungen mit der Gemeinde zu vereinbaren. Bei einem B-Plan-Verfahren werden alle Vorhaben der Öffentlichkeit zur Ansicht zur Verfügung gestellt und diese um Stellungnahme gebeten. Des Weiteren werden die öffentlichen Belange bei der Aufstellung von Bebauungsplänen nach § 1 Abs. 4 - 7 BauGB stärker gewichtet als bei privilegierten Bauvorhaben, denn hier müssen diese „insbesondere berücksichtigt“ werden. Nach § 1 Abs. 4 BauGB dürfen die Bebauungspläne der Raumordnung nicht entgegenstehen. Viele Gebiete im Außenbereich sind sogenannte „Vorranggebiete Landwirtschaft“. Dem würde der Betrieb einer gewerblichen Freiflächenphotovoltaikanlage eher entgegenstehen als dem einer Agri-PV-Anlage, bei der die landwirtschaftliche Nutzung weiterhin die vorrangige Nutzung ist und somit kein Flächenverlust für die Landwirtschaft entsteht. Welche Bauvorhaben den Festsetzungen in der Raumordnung entsprechen oder entgegenstehen, liegt in Detailfragen im Ermessen der Gemeinde.

Privilegierte Bauvorhaben sind im Außenbereich gewollt und laut § 35 Abs. 1 BauGB dürfen hier die öffentlichen Belange dem Bauvorhaben nicht entgegenstehen, müssen aber nicht wie beim B-Plan Verfahren insbesondere berücksichtigt werden. Zudem gibt es beim privilegierten Bauvorhaben keine öffentliche Auslegung und nicht die Gemeinde beschließt den B-Plan, sondern dieser wird vom Landkreis genehmigt. Bei privilegierten Bauvorhaben muss sich allerdings an die Vorgaben für die Privilegierung nach BauGB gehalten werden. Dies sind bei Agri-PV-Anlagen gemäß § 35 Abs. 1 Nr. 9 BauGB der räumliche, funktionale Zusammenhang mit einem landwirtschaftlichen Betrieb im Sinne von § 201 BauGB, eine maximale Größe von 2.500 qm² und der Betrieb von jeweils nur einer Anlage je Hofstelle oder Betriebsstandort.

Beim Bau einer Freiflächenanlage muss sich der Betreiber nicht an die Vorgaben der DIN SPEC 91434 für Agri-PV halten. Er muss keine spezifischen Höhenvorgaben einhalten und kein landwirtschaftliches Nutzungskonzept vorlegen.

Agri-PV-Anlagen dagegen müssen sich an die Vorgaben der DIN SPEC 91434 und in Kombination mit Nutztierhaltung auch an die Vorschriften der DIN SPEC 91492 halten. Diese geben Höhen und einen Grad der Flächenversiegelung vor.

Die Vergütung der Anlagen wird sowohl bei den Freiflächenphotovoltaikanlagen als auch bei den Agri-Photovoltaikanlagen durch die Abgabe eines Gebotes für den anzulegenden Wert ermittelt. Da Agri-Photovoltaikanlagen zu den besonderen Solaranlagen zählen, wird deren Vergütung gemäß § 48 Abs. 1b EEG 2023 um 2,5 ct pro kWh erhöht.

Bei der ertragssteuerlichen Behandlung von Freiflächenanlagen oder Agri-PV-Anlagen gibt es keinen Unterschied, da dieser anhand der Nutzung des Stroms vorgenommen wird.

Sehr wohl aber gibt es einen Unterschied bei der erbschaftssteuerlichen Einordnung der Anlagen. Denn klassische Freiflächenphotovoltaikanlagen werden beim Grundvermögen zugerechnet, während Agri-PV-Anlagen dem land- und forstwirtschaftlichen Vermögen zugerechnet werden. Dieses bringt unter gewissen Bedingungen optionale Steuervergünstigungen wie einen Verschonungsabschlag, welcher von der Erbschaftsteuer befreit ist, mit sich. Das Grundvermögen hingegen ist ohne Abzug einer Steuerbegünstigung Bestandteil der Bemessungsgrundlage der Erbschaftsteuer nach § 10 ErbStG.

Betriebswirtschaftlich ergeben sich erhebliche Unterschiede zwischen den Varianten. Durch die höhere Vergütung der 6 ha Agri-PV-Anlage ist es möglich, dass die Investitionskosten beim Break-Even-Point und beim Zielwert von 5 % Return on Investment bei gleicher Leistung über denen der 6 ha Freiflächenanlage, erbaut mit B-Plan, liegen. Durch die geringere Leistung der 2,5 ha Agri-PV-Anlage liegen die Investitionskosten unter den der beiden größeren Anlagen. Beim Vergleich der Eigenkapitalsimulation fällt auf, dass bei der Variante 1 die Agri-PV-Anlagen im Real-Case beide ein teilweise negatives Ergebnis haben. Dies kann damit begründet werden, dass die Vergütung der Anlage mit 7,6 ct pro kWh höher liegt als die der Freiflächenphotovoltaikanlage mit 5,11 ct. Somit sind die Auswirkungen der Schwankungen der Erträge, welche abhängig sind von der Anzahl der Sonnenstunden und der Anzahl der Stunden mit negativem Strompreis, höher. Des Weiteren ist die größere Spannungsbreite der Cases bei der 6 ha Agri-PV-Anlage auch auf die höhere Leistung zurückzuführen. Bei mehr Leistung führen mehr oder weniger Sonnenstunden bzw. negativ vergütete Stromstunden zu größeren Hebeleffekten.

Aufgrund der höheren Vergütung des Stroms bei Agri-PV-Anlagen liegen die sich aus der Investitionssumme und der Leistung der Anlagen berechnenden Kosten pro kWp für die Agri-PV-Anlagen höher. Die höhere Vergütung lässt ebenfalls eine höhere Spanne für die Stromgestehungskosten bei den Agri-PV-Anlagen zu.

Der Unterschied zwischen Variante 1 und Variante 2 ist bei allen Anlagen deutlich zu erkennen. Die Annahme, dass die Anlage für ein geringeres Budget gebaut werden kann, führt zu mehr Gewinn über die Laufzeit von 20 Jahren. Als besonderer Hebel muss aber der Leverage Effekt herausgestellt werden. Durch die geringen Investitionskosten und der damit verringerten Abschreibung liegen die Kosten für die Stromproduktion deutlich unter der Vergütung. Der so erwirtschaftete Gewinn übersteigt die Darlehenszinsen. Die mit dem Fremdkapital verdiente Marge wird der Eigenkapitalrendite zugerechnet und führt hier zu erheblichen Steigerungen.

7 Diskussion und Empfehlungen

Ob die Nachrüstung von Photovoltaikanlagen in bestehende Legehennenausläufe sinnvoll ist, wurde in den drei wesentlichen Bereichen geprüft.

Zuerst ist die rechtliche Zulässigkeit der Anlage sicherzustellen. Die Erlangung der notwendigen Genehmigungen kann mit erheblichen Kosten verbunden sein und hat somit auch Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit. Weiterhin kann es im Rahmen des Genehmigungsverfahrens behördliche Vorgaben zur Größe, zur Gestaltung aber auch konkrete Auflagen wie zum Beispiel Sichtschutz geben. Die Erfüllung dieser Vorgaben hat wiederum Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit der Anlage. Im Genehmigungsverfahren wird durch die Beteiligung der Träger öffentlicher Belange die Einbindung aller weiteren relevanten öffentlichen Stellen sichergestellt. Je nach Verfahren (privilegiert oder B-Plan) gibt es eine Beteiligung der kommunalen Gremien.

Neben der rechtlichen Umsetzbarkeit ist die technische Machbarkeit ein entscheidender Faktor bei der Abwägung, ob eine Solaranlage gebaut werden kann. Durch eine Netzvoranfrage beim Netzbetreiber ist zu klären, ob eine Einspeisung ins Netz möglich ist. Der Standort bedingt die zu erwartenden Sonnenstunden. Die Entfernung zum nächsten Netzeinspeisepunkt ist ein erheblicher Kostenfaktor, da bei größeren Entfernungen teure Zuleitungen gebaut werden müssen. Die Ausrichtung und Neigung der Anlage entscheiden darüber wieviel Energie aus der Globalstrahlung gewonnen werden kann. Auch die Effizienz der Module und deren Degradation beeinflussen die Wirtschaftlichkeit der Anlage.

Die betriebswirtschaftliche Betrachtung muss die Vollkosten in den Blick nehmen. Es ist entscheidend für den wirtschaftlichen Erfolg der Anlage, dass alle Aufwendungen und Erträge sorgfältig geschätzt und kalkuliert werden. Bei aller Sorgfalt gibt es Faktoren, die sich auf einer Zeitachse von 20 Jahren nicht wirklich belastbar vorhersagen lassen. Ob die in der Kalkulation enthaltene Bildung von Rückstellungen für den Rückbau der Anlage ausreicht, zeigt sich erst am Ende des Lebenszyklus der Anlage.

Die rechtliche Machbarkeit der Anlage beginnt mit der Prüfung der Raumwiderstände. Ob sich Flächen für eine Bebauung mit Photovoltaik eignen, wird an Gunst- beziehungsweise Restriktionsfaktoren abgewogen. Zu den Gunstfaktoren zählen bereits versiegelte, baulich vorgeprägte und kontaminierte Flächen. Zudem gehören dazu Flächen mit einem bereits vorbelasteten Landschaftsbild. Legehennen Ausläufe erfüllen diese Faktoren, denn diese Flächen werden als Bewegungsfläche den Hennen zur Verfügung gestellt und sind dadurch

nicht mehr für weitere landwirtschaftliche Zwecke nutzbar. Eine Verwertung des zeitweisen sehr hohen Aufwuchses als Tierfutter oder Einstreumaterial ist nicht möglich, da dieses durch den Hühnerkot belastet ist. Zudem ist die Landschaft durch die Bebauung mit dem Stallgebäude und die Umzäunung bereits vorgeprägt. Oftmals wurden die Ausläufe bereits an den Zäunen eingegrünt und somit muss keine Eingrünung für die Photovoltaikanlage gepflanzt werden. Die Vermarktungsnormen für Eier (siehe Kapitel 2.4.2) geben den Rahmen für die Bebauung hinsichtlich der Haltungsbedingungen für Legehennen vor. Entscheidend ist dabei, dass trotz der Bebauung die 4 qm² Auslauffläche pro Henne gewährleistet werden. Diese Vorgabe gilt für alle drei Anlagentypen ungeachtet dessen, ob Freiflächenphotovoltaik oder Agri-PV. Um diese Vorgabe einhalten zu können ist es eine Möglichkeit den Tierbestand zu reduzieren. Bei einem Deckungsbeitrag von 4,17 € pro Jahr pro Huhn sollte diese Option vom Tierhalter in Betracht bezogen werden (Geflügelnews 2022).

Das eine Verminderung der Legeleistung der Hennen durch den Bau der Anlage eintritt, ist eher unwahrscheinlich, denn die Photovoltaikanlagen können als sogenannte Leitbahnen im Auslauf genutzt werden. Diese haben den Sinn, dass sich die Hühner geschützt durch den Auslauf bewegen können und weniger Stress durch den Prädatorendruck aus der Luft haben.

Die Frage ob mit oder ohne B-Plan gebaut wird, spielte bisher bei den Vergleichen zur Wirtschaftlichkeit keine Rolle da sich der Einfluss des Faktors „B-Plan“ nicht generell beziffern lässt. In der Praxis können aber erhebliche Kosten durch einen vorhabenbezogenem B-Plan entstehen die auf das Budget einwirken. Gleiches gilt für Gutachten bei einem privilegierten Verfahren. Nachfolgend werden einige mögliche Aufwendungen beschrieben und hier spielt die Frage ob mit oder ohne B-Plan gebaut wird eine erhebliche Rolle.

Je nach behördlichem Ermessen wird festgelegt welche Gutachten beigebracht werden müssen. Bei der Doppelnutzung eines Hühnerauslaufs für PV-Anlagen ist es möglich Kosten für Gutachten, die im Zuge eines Bauvorhabens seitens des Vorhabensträger erbracht werden müssen, einzusparen. Denn ein Hühnerauslauf ist eine bereits vorbelastete Fläche, welche sich durch die intensive Nutzung der Legehennen in der Zusammensetzung ihrer Arten verändert. Der zusätzliche Eingriff in die Natur ist auf diesen Flächen sehr gering. Dies hat auch Auswirkungen auf evtl. für das Bauvorhaben zu leistende Kompensation gem. § 13 BNatSchG. Zudem kann davon ausgegangen werden, dass durch die Nutzung des Auslaufes durch die Legehennen Wildvögel davon abgehalten werden, in diesem Gebiet zu brüten. Die Kosten für Gutachten wie einem landschaftspflegerischem Fachbeitrag für ein privilegiertes Bauvorhaben können im Bereich von ca. 4.600 € und für einen landschaftspflegerischen Begleitplan bei

einem Bebauungsplan bei ca. 5.760 € liegen. Für die spezielle artenschutzrechtliche Prüfung fallen Kosten beim B-Plan-Verfahren von ca. 5.660 € und beim privilegierten Verfahren von ca. 4.740 € an. Weitere Kosten können für Artenschutz- oder Potenzialabschätzungen in der Höhe von ca. 4.740 € und von Kartierungen in der Höhe von ca. 2.800 € entstehen (siehe Anhang Abbildung 22.).

Agri-Photovoltaik-Anlagen sind aufgrund ihrer vorrangigen landwirtschaftlichen Nutzung zu 85 % direktzahlungsberechtigt (BMEL 2024). Da die landwirtschaftliche Nutzung der Fläche aber eine Auslauffläche ist und Auslaufflächen in Niedersachsen mit der Codierung 972 gekennzeichnet werden, sind diese Flächen nicht direktzahlungsberechtigt (SLA 2024).

Ob der Bau einer Freiflächenphotovoltaikanlage mit Bebauungsplan, einer Agri- PV Anlage mit Bebauungsplan oder der Bau einer privilegierten Agri- PV Anlage am sinnvollsten ist liegt maßgeblich am Vorhabenstandort. Je besser die Rahmenbedingungen für das Bauprojekt sind, im Wesentlichen eine gute Potenzialflächenanalyse, positive Rückmeldungen aus dem Gemeinderat und öffentliche Belange welche gut abzuwägen sind, desto einfacher wird es die gesetzlichen Anforderungen in einem B-Plan Verfahren zu erfüllen. Je weniger dieser Parameter erfüllt sind desto eher eignen sich Agri- PV Anlagen und privilegiert gebaute Agri- PV Anlagen. Agri- PV Anlagen stellen die landwirtschaftliche Nutzung in den Vordergrund und können somit auch eher in einem Vorranggebiet Landwirtschaft erbaut werden. Die geringsten Anforderungen im Bauverfahren müssen privilegierte Agri- PV Anlagen erfüllen, denn hier nehmen die öffentlichen Belange eine kleinere Rolle als beim B- Plan Verfahren ein, in dem diese dezidiert geprüft werden.

Für den Vorhabensträger sind Agri- PV Anlagen aufgrund ihrer Bindung an die DIN SPEC 91434 und 91492 mit mehr Vorgaben an die Aufständigung und Größe der Anlage verbunden. Weitere Einschränkungen erhält der Vorhabensträger, wenn privilegiert gebaut wird, da sich dann zudem an die Vorgaben aus § 35 Abs. 1 Nr. 9 BauGB gehalten werden muss.

Des Weiteren sollte vom Vorhabensträger geprüft werden, ob im Zeitraum der Laufzeit der Photovoltaikanlage voraussichtlich eine Hofübergabe stattfinden wird. Wenn dieses gegeben ist, sollten die erbschaftsteuerlich günstigeren Konditionen der Agri-PV-Anlagen beachtet werden.

Die in den berechneten Varianten angenommenen technischen Parameter führen bei Variante I zu keinem wirtschaftlich akzeptablen Ergebnis. Wenn sich also in einem Projekt zusätzliche technische Verschlechterungen ergeben ist die ein wirtschaftlich sinnvolles Projekt kaum mehr

darzustellen. Wenn lange Zuleitungen zum Netzeinspeisepunkt Kosten verursachen oder eine nicht optimale Ausrichtung oder Neigung in Kauf genommen werden muss verschlechtern sich die wirtschaftlichen Bedingungen deutlich. Die technische Konfiguration ist mit entscheidend für den wirtschaftlichen Erfolg.

Um darzustellen, dass es auch bei einem Projekt mit feststehenden Erlösen ein unternehmerisches Risiko gibt, wurden mit Hilfe der Monte-Carlo-Simulation verschiedene Szenarien in Bezug auf Sonnenstunden und negative Strompreise durchkalkuliert. Gerade bei der Variante 1 die im Normal-Case kaum Verlust oder Gewinn erwirtschaftet, zeigt sich im Worst-Case bei wenigen Sonnenstunden oder vielen Stunden mit negativen Strompreisen ein deutlicher Verlust.

Die Kosten pro kWp liegen bei der 6 ha Agri-PV-Anlage in der ersten Variante bei 733,33 € und in der zweiten bei 416,67 €. Die kleine 2,5 ha Agri-PV-Anlage liegt in der ersten Variante bei 800 € und bei der zweiten Variante bei 422 €. In Angeboten der Firma SunFarming liegen die Preise pro kWp bei einer Anlage ohne Zaun bei 775,42 € und bei einer Anlage mit Zaun bei 937,37 € (siehe Anhang Abbildung 23 und 24). Das Fraunhofer-Institut kalkuliert für Agri-PV-Anlagen in Norddeutschland Investitionskosten pro kWp von 900 € bis 1.700 € (Fraunhofer ISE 2024).

Damit liegen die kalkulierten Investitionskosten in der Variante 2 deutlich zu niedrig. Die Variante 1 der 6 ha Anlage Agri-PV liegt 42 € unter den Kosten der SunFarming Anlage ohne Zaun. Die Anlage von SunFarming mit Zaun und die Kalkulation des Fraunhofer Institutes liegen dagegen deutlich höher. Die vorliegenden Angebote zeigen, dass das errechnete Budget, welches zu Verfügung steht um eine Anlage wirtschaftlich sinnvoll zu betreiben, nicht ausreicht um die gewünschte Anlage zu errichten. Wenn eine Anlage zu den vorliegenden Angebotspreisen gebaut werden würde, wären die Investitionen deutlich höher als in den Modellen errechnet und damit wäre keine Rentabilität zu erreichen.

Das bedeutet, dass der Vorhabenträger mit den angenommenen Rahmenbedingungen die Agri-PV-Anlage mit den Investitionskosten der Firma SunFarming oder den vom Fraunhofer Institut veröffentlichten Zahlen seine Anlage nicht gewinnbringend betreiben könnte.

Bei der 6 ha Freiflächenphotovoltaikanlage liegen die Kosten pro kWp der Variante 1 bei 508,33 € und der Variante 2 bei 280 €. Das ZSW hat Kosten pro kW nach Megawattleistung gestaffelt. Bei 5 MW liegen die Kosten bei 610 €, bei 10 MW bei 590 €, bei 20 MW bei 580 € und bei 80 MW bei 570 € (ZSW 2023). Die Firma Vattenfall kalkuliert ihre Kosten pro kWp

im Bereich von 600 – 650 € (Vattenfall 2024). Das Fraunhofer-Institut veröffentlicht Kosten pro kWp im Bereich von 700 – 900 € (Fraunhofer ISE 2024). Damit liegen die realen Kosten pro kWp alle über den maximal kalkulierten Investitionskosten.

Somit reicht auch in diesem Fall der anzulegende Wert nicht aus, um eine Freiflächenphotovoltaikanlage bei Volleinspeisung gewinnbringend zu betreiben.

Ein ähnliches Bild zeigt sich bei den Stromgestehungskosten, auch hier sind die kalkulierten Werte für Freiflächenphotovoltaikanlagen in Norddeutschland des Fraunhofer Institutes mit 0,057 ct bis 0,069 ct höher als die Werte der 6 ha B- Plan Anlage mit 0,048 ct in der Variante 1 und 0,0261 ct in der Variante 2 (Fraunhofer ISE 2024).

Bei der 6 ha Agri- PV Anlage liegen die Stromgestehungskosten in der Variante 1 bei 0,069 ct und in der Variante 2 bei 0,039 ct. Die Stromgestehungskosten für die 2,5 ha Agri- PV Anlage liegen in der Variante 1 bei 0,075 ct und in der Variante 2 bei 0,039 ct.

Damit liegen die Werte der Variante 1 in der Nähe der vom Fraunhofer- Institut veröffentlichten Werten von 0,071 ct bis 0,119 ct. Es sollte aber beachtet werden, dass beide Agri-PV-Anlagen in der Variante 1 teilweise negative Real-Cases haben und somit die Anlagen nicht in jedem Szenario mit diesen Stromgestehungskosten gewinnbringend betrieben werden können. Lediglich die Erreichung des Break Even Point kann nicht das Ziel eines Unternehmens sein.

In einem Vergleich des Fraunhofer-Institutes der Stromgestehungskosten erneuerbarer Energien und der konventionellen Kraftwerke wurde festgestellt, dass Freiflächenphotovoltaikanlagen die geringsten Stromgestehungskosten aufweisen, danach kommen Wind-Onshore-Anlagen. Somit sind Freiflächenphotovoltaikanlagen die günstigste Variante, auf dem Markt Strom herzustellen (Fraunhofer ISE 2024).

Welche Faktoren könnten nun dafür ausschlaggebend sein, dass die Gebote für den anzulegenden Wert so niedrig liegen, dass die hier kalkulierten Anlagen wenn sie zu Marktpreisen gebaut würden nicht wirtschaftlich betrieben werden könnten.

Zum einen wurde in der Rechnung von einer Laufzeit der Anlage von 20 Jahren ausgegangen, denn die EEG-Vergütung ist an diesen Zeitraum gebunden. Viele der gebauten Photovoltaikanlagen laufen aber deutlich länger als 20 Jahre und somit können die Kosten der Anlage mit mehr im Lebenszyklus erzeugten kWh verrechnet werden. Des Weiteren nutzen viele Anlagen die Zuschläge für Ihre Gebote nicht und vermarkten den Strom über sogenannte

PPA. Dies sind Stromeinkaufsvereinbarungen, mit denen an der Strombörse höhere Erlöse als der anzulegende Wert erzielt werden können. Des Weiteren können beim Eigenverbrauch des Stroms Kosten gespart werden, da dieser nicht zum Marktpreis eingekauft werden muss (ZSW 2023). Die Substituierung von eingekauftem Strom durch selbsterzeugten Strom führt zu deutlich besseren Kalkulationsgrundlagen da der Strompreis am Markt deutlich höher ist als der anzulegende Wert. Je mehr vom erzeugten Strom selbst verbraucht wird desto größer ist dieser Effekt. Bei einem Legehennenstall ist der Eigenverbrauch zu gering, um die Kalkulationsgrundlagen zu beeinflussen.

Des Weiteren können Standortfaktoren wie die Nähe zu Gewerbegebieten, wo der Strom direkt den Unternehmen zur Verfügung gestellt wird zur Verbesserung der Erlöse führen. Kurze Wege zu Netzeinspeisungspunkten und große Flächen führen zur Reduzierung der Baukosten je kWp.

Die Zuschläge für die Gebote des anzulegenden Wertes zeigen, dass die Photovoltaikanlagen in Deutschland trotz dieser niedrigen Vergütung wirtschaftlich betrieben werden können. Ein Vergleich mit den aktuellen Baukosten zeigt aber, dass es für einen Legehennenhalter, der seinen gesamten Strom von einer Fläche in der Größe von 2,5 ha bis 6 ha voll einspeist, nicht möglich ist, diese Anlage während der Laufzeit von 20 Jahren gewinnbringend zu betreiben. Die durch die Doppelnutzung entstehenden Vorteile reichen nicht aus um die Wirtschaftlichkeit der Anlage sicherzustellen.

Beim Bau einer Photovoltaikanlage ist ein entscheidender Faktor der Standort. Hierfür einen Legehennenauslauf zu wählen, begünstigt die Zulässigkeit des Bauvorhabens. Der Auslauf stellt eine bereits baulich vorgeprägte Fläche dar und somit kann eine weitere Verknappung der Fläche im Außenbereich vermieden werden. Das Bauen im Legehennenauslauf bringt Vereinfachungen im Genehmigungsverfahren. Die wirtschaftlichen Vorteile der Doppelnutzung sind gering.

Durch die Möglichkeit, Photovoltaikanlagen auch privilegiert zu erbauen, schafft der Gesetzgeber die Option, auch an aus baurechtlicher Sicht nicht stark begünstigten Standorten Anlagen zu erbauen. Dafür sind bei diesen Anlagen deutlich mehr Vorgaben zu beachten, welche die Wirtschaftlichkeit durch die Kosten für die höhere Aufständigung und die geringe Größe der Anlage sinken lassen. Die Mehrvergütung von 2,5 ct pro kWh führt nicht zwingend zu einer Wirtschaftlichkeit dieser Anlagen.

Die Zuschlagwerte für den jeweils anzulegenden Wert bei einer Laufzeit von 20 Jahren und einer Volleinspeisung reichen nicht aus um einen wirtschaftlich sinnvollen Betrieb unter

Zugrundelegung der aktuellen Baukosten zu gewährleisten. Entscheidend für die Wirtschaftlichkeit der Anlagen sind weitere Faktoren wie Skaleneffekte aufgrund der Größe der Anlage, zusätzliche Erlösmöglichkeiten durch Abnahmeverträge mit Unternehmen, ein hoher Eigenverbrauch oder die Vermarktung über PPA. Wenn bei einer PV-Anlage in einem Legehennenauslauf ein solcher weiterer Effekt genutzt werden kann, um die Wirtschaftlichkeit sicherzustellen stellen die Vorteile im Genehmigungsverfahren einen Vorteil dar der über die Umsetzbarkeit eines Projektes entscheiden kann. Die Kombination besonderer Konstellationen im wirtschaftlichen, wie im genehmigungsrechtlichen Bereich schafft die Möglichkeit ein erfolgreiches Solarprojekt zu initiieren.

8 Zusammenfassung

Der Ausbau von sauberer und bezahlbarer Energie, erzeugt durch Photovoltaikanlagen, ist durch den endlichen Faktor Fläche begrenzt. Damit dieser Zielkonflikt eingedämmt wird, wurde geprüft, unter welchen rechtlichen Rahmenbedingungen der Bau von Photovoltaikanlagen in konventionellen Legehennenausläuflächen in Niedersachsen möglich ist. Dafür wurden unterschiedliche baurechtliche Möglichkeiten der Umsetzung herausgearbeitet und diese auf ihre Wirtschaftlichkeit untersucht.

Die Möglichkeiten sind die Errichtung einer 6 ha großen Freiflächenphotovoltaikanlage, erbaut mit Bebauungsplan, einer 6 ha großen Agri-Photovoltaikanlage, erbaut mit Bebauungsplan und die Möglichkeit der Errichtung einer 2,5 ha großen Anlage, welche privilegiert gebaut wird.

Für diese drei möglichen Bauvorhaben wurde eine Kalkulation von Investitionssummen für den Break-Even-Point (Variante 1) und eine der Kalkulation von Investitionssummen für den Zielwert Return on Investment 5 % (Variante 2) durchgeführt. Für die Berechnung wurde die Tabelle der vollständigen Finanzierung genutzt und der Eigenkapitalzuwachs nach 20 Jahren mit Hilfe der Monte-Carlo-Simulation 20.000-mal simuliert.

Die Mediane der Simulation des Eigenkapitals liegen bei der 6 ha Freiflächenanlage bei der Variante 1 bei 5.365,7 € und bei Variante 2 bei 2.140.296,49 €. Bei der Anlage 6 ha Agri-PV liegen die Mediane für die Variante 1 bei 49.458 € und bei der Variante 2 bei 2.906.465 €. Bei der Anlage 2,5 ha Agri-PV liegt der Median der Variante 1 bei -50.508 € und bei der Variante 2 bei 1.518.636 €.

Bei der Variante 2 ist der hohe Zuwachs des Eigenkapitals auf die Spannweite des Darlehnszinses von 4,0 % und dem Zielwert von 5 % Return on Investment zurückzuführen. Dieser Hebel ist der Leverage-Effekt.

Des Weiteren wurden ausgehend von den in den Varianten 1 und 2 kalkulierten Investitionskosten die Kosten pro kWp und die Stromgestehungskosten berechnet.

Die Kosten pro kWp liegen bei der 6 ha Freiflächenphotovoltaikanlage in der Variante 1 bei 508,33 € und in der Variante 2 bei 280,00 €. Die Kosten pro kWp für die 6 ha Agri-PV-Anlage liegen in der Variante 1 bei 733,33 € und in der Variante 2 bei 416,67 €. Bei der 2,5 ha Agri-PV-Anlage liegen die Kosten bei 800 € in der Variante 1 und bei 422, 00 € in der Variante 2. Im Vergleich mit weiteren aktuellen Baupreisen pro kWp ist festzuhalten, dass die realen Kosten über den in den Varianten 1 und 2 kalkulierten Kosten liegen.

Dies bedeutet, dass die in der Praxis kalkulierten und erbauten Anlagen die Erlöse durch individuelle Vermarktungsmöglichkeiten steigern oder durch Skaleneffekte Baukosten senken.

Um Raumwiderstände zu vermeiden, werden mit Hilfe von Potenzialflächenanalysen Gunst- und Restriktionsfaktoren für Flächen bestimmt. Legehennenausläufe sind bereits baulich vorgeprägt und der Biomasseaufwuchs der Fläche stellt nicht die Futtergrundlage der Hennen dar. Zudem ist von keiner Senkung der Legeleistung durch die Bebauung mit Photovoltaikmodulen auszugehen.

Die durch die Doppelnutzung der Fläche entstehenden baurechtlichen Vorteile reichen nicht aus, um die Wirtschaftlichkeit der Anlage zu gewährleisten. Es ist notwendig, dass weitere Vermarktungsmöglichkeiten neben der Volleinspeisung in Betracht gezogen werden, um die Anlage gewinnbringend betreiben zu können.

9 Literaturverzeichnis

Bischopink O., Külpmann C., Wahlhäuser J. (2021): Der sachgerechte Bebauungsplan (5. Auflage) vhw Verlag, Berlin

Bundesnetzagentur 2024: Ausschreibungsverfahren für Solaranlagen des ersten Segments (Zugriff: 29.07.2024)
<https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Ausschreibungen/Solaranlagen1/Ausschreibungsverfahren/start.html>

Bundesnetzagentur (2024a): Archivierte EEG- Vergütungssätze (Zugriff: 30.07.2024):
https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/ErneuerbareEnergien/EEG_Foerderung/Archiv_VergSaetze/start.html

Bundesnetzagentur (2024b): Ausschreibung Solaranlagen erstes Segment: Gebotstermin 1. März 2024 (Zugriff 27.07.2024)
<https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Ausschreibungen/Solaranlagen1/BeendeteAusschreibungen/Ausschreibungen2024/Gebotstermin01032024/start.html>

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: Geflügelhaltung (2023); 0117630-0000 Betriebe mit Hennenhaltungsplätzen und Haltungsformen (Zugriff: 03.03.2024):
<https://www.bmel-statistik.de/landwirtschaft/tierhaltung/gefluegelhaltung>

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2024b): Agri- Photovoltaik (Zugriff: 06.09.2024) <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/klimaschutz/Agri-PV.html>

Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (2024): Raumordnung und -entwicklung: Was ist das eigentlich? (Zugriff: 01.02.2024)
<https://www.bmwsb.bund.de/Webs/BMWSB/DE/themen/raumentwicklung/was-ist-das/was-ist-das.html>

DIN SPEC 91492 (2024): Agri-Photovoltaik-Anlagen- Anforderungen an die Nutztierhaltung
Deutsches Institut für Normierung

Deutscher Wetter Dienst (2024): Trend der Jahressummen der Globalstrahlung (Zugriff 08.08.2024)
https://www.dwd.de/DE/leistungen/solarenergie/Trend_seit1983.html?nn=16102

Fraunhofer – Institut für Solare Energiesysteme (2024): Stromgestehungskosten erneuerbare Energien (Zugriff: 03.08.2024)
<https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/studie-stromgestehungskosten-erneuerbare-energien.html>

Geflügelnews (2022): Neueinstieg: Zeitenwende auch in der Eiererzeugung (Zugriff 10.08.2024) <https://www.gefluegelnews.de/article/neueinstieg-zeitenwende-auch-in-der-eiererzeugung>

Gleich lautende Erlasse (2022): Zurechnung und Bewertung von Agri-Fotovoltaik-Anlagen, S. 3001; S. 3130; S. 3131 Beck

Gutachterausschüsse für Grundstückswerte in Niedersachsen (2024): Informationen zur Grundsteuer (Zugriff: 31.07.2024)
<https://www.gag.niedersachsen.de/startseite/artikel/informationen-zur-grundsteuer-211673.html>

Haufe (2024): Einzelfälle der Land- und Forstwirtschaft/ 3.1 Die Abgrenzung zur Landwirtschaft (Zugriff 31.07.2024) https://www.haufe.de/finance/haufe-finance-office-premium/einzelfaelle-der-land-und-forstwirtschaft-31-die-abgrenzung-zur-landwirtschaft_idesk_PI20354_HI7703632.html

Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen (2023): Systematik der finanziellen Förderung von Solaranlagen ab dem 01.01.2023 (Zugriff 21.05.24)
https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/themen/strom/2022-09-08_EEG-2023-Tabelle-PV-Foerderung_BM.pdf

Korda M. (2005): Städtebau Technische Grundlagen 5., neubearbeitete Auflage 2005 B. G. Teubner Stuttgart · Leipzig · Wiesbaden

KTBL (2024): Energiebedarfsrechner Tierhaltung (Zugriff: 17.07.2024)
<https://daten.ktbl.de/ebr/calculator>

Landesamt für Statistik Niedersachsen: Erhebung in Unternehmen mit Legehennenhaltung in Niedersachsen – Tabellen (Zugriff 04.08.2024)
<https://www.statistik.niedersachsen.de/hennenhaltung/erhebung-in-unternehmen-mit-legehennenhaltung-in-niedersachsen-tabellen-205463.html>

Mertens. K. (2022): Photovoltaik, 6 Auflage Hanser, München

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden- Württemberg (2019): Freiflächensolaranlagen, Stuttgart (Zugriff: 26.07.2024) <https://www.baden-wuerttemberg.de/de/service/presse/pressemitteilung/pid/handlungsleitfaden-fuer-freiflaechensolaranlagen-veroeffentlicht>

Mußhoff O., Hirschhauer N. 2020: Modernes Agrarmanagement, 5. Auflage Vahlen, München

Netztransparenz (2024): Negativer Spotmarktpreis – Übersichtstabellen (Zugriff: 26.07.2024) <https://www.netztransparenz.de/de-de/Erneuerbare-Energien-und-Umlagen/EEG/Transparenzanforderungen/Marktpr%C3%A4mie/Negativer-Spotmarktpreis-%C3%9Cbersichtstabellen>

Next Kraftwerke (2024): Was sind negative Strompreise und wie entstehen sie? (Zugriff: 25.08.24) https://www.dwd.de/DE/leistungen/solarenergie/Trend_seit1983.html?nn=16102

Niedersächsischer Landkreistag; Niedersächsischer Städte- und Gemeindebund (2022): Planung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen in Niedersachsen https://www.ml.niedersachsen.de/startseite/themen/raumordnung_landesplanung/arbeitshilfen/arbeitshilfe-zur-planung-von-freiflaechen-photovoltaikanlagen-in-niedersachsen-216732.html

Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2024): Allgemeine Informationen zum Landesraumordnungsprogramm (Zugriff 01.02.2024) <https://www.ml.niedersachsen.de/lrop/landes-raumordnungsprogramm-niedersachsen-5062.html>

Umwelt Bundesamt (2023a): Erneuerbare-Energien-Gesetz (Zugriff: 13.05.2024) <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-gesetz#erfolg>

Umwelt Bundesamt (2023b): Photovoltaik- Freiflächenanlagen (Zugriff: 06.07.2024) <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/photovoltaik/photovoltaik-freiflaechenanlagen#flaecheninanspruchnahme-durch-photovoltaik-freiflaechenanlagen>

United Nations (2024): Sustainable Development Goals (Zugriff: 07.03.2024)
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/>

Portal Niedersachsen (2024): Niedersachsen in Zahlen (Zugriff: 27.08.2024)
https://www.niedersachsen.de/startseite/land_leute/das_land/zahlen_fakten/niedersachsen-in-zahlen-20094.html

Püschel, A., Winzig, W. & Theel, M., (2022): Entwicklung der Globalstrahlung 1983 - 2020 in Deutschland. Deutscher Wetterdienst

Rentenbank (2024a): Konditionenrundsreiben Nr. 8/ 2024 (Zugriff: 11.08.2024)
https://www.rentenbank.de/export/sites/rentenbank/dokumente/KonditionenEKN/KonditionenEKN_2024-8.pdf

Rentenbank (2024b): Programmbedingungen Energie vom Land (Nr. 255/256) (Zugriff 11.08.2024) <https://www.rentenbank.de/programmkredite/energieerzeuger/energie-vom-land/>

Rentenbank (2024c): Programmbedingungen Zukunftsfelder im Fokus (Nr. 325/326/327/328/329) (Zugriff: 11.08.2024)
<https://www.rentenbank.de/export/sites/rentenbank/dokumente/programmbedingungen/Zukunftsfelder-im-Fokus.pdf>

Servicezentrum Landentwicklung und Agrarförderung Niedersachsen (2024): Verzeichnis Nutzungscodes (Zugriff: 06.09.2024)
https://www.sla.niedersachsen.de/startseite/unsere_produkte/agrarforderung/andi/dokumente_und_formulare/dokumente-und-formulare-169962.html

SunFarming (2024): Agri- und Öko- Solaranlagen (Zugriff 15.08.24)
<https://sunfarming.de/geschaeftsbereich/agri-und-oeko-solaranlagen>

Tröndle T. (2020): Supply- side options to reduce land requirements of fully renewable electricity in Europe (Zugriff: 27.08.2024)
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0236958>

Vattenfall (2024): Telefonische Aussage eines Mitarbeiters vom 04.09.2024

Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff- Forschung Baden- Württemberg (2023):
Vorbereitung und Begleitung eines Erfahrungsberichtes gemäß § 97 Erneuerbare-
Energien- Gesetz – Teilvorhaben solare Strahlungsenergie- Stromgestehungskosten von
Photovoltaikanlagen des ersten Segments (Freiflächenanlagen) (Zugriff 04.09.2024)
[https://www.zsw-bw.de/uploads/media/zsv-boschundpartner-vorbereitung-begleitung-
eeg.pdf](https://www.zsw-bw.de/uploads/media/zsv-boschundpartner-vorbereitung-begleitung-eeg.pdf)

10 Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, Rieke Plenter, an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

R. Plenter, Neubrandenburg, 10.09.2024

11 Anhang



Abbildung 22: Abmessungen einer Agri- PV Anlage (SunFarming 2024)

Tabelle 11: Vollständige Finanzierung

Vollständige Finanzierung (©Fuchs 2020)		Anlage 2,5 ha Agri-PV	Erwicklung von Vermögen und Kapital bei einer Investition		Geldvermögen		Umlaufvermögen		neg. Strompreis		Anzahl der vergütenden Stunden	
			AV Gebäude und Maschinen		AV Boden (keine AIA)							
1	Hinweis: Datenreihen nur in "weiße Felder", farbige Zellen enthalten Formeln, die nicht (beschrieben) werden sollten!											
2	Hinweis zur MwSt/UST: Optierer netto verbuchen, Pauschalierer brutto!											
3	Annahmen: t1 = Jahr 2025											
4	Mittelwert der Monte-Dale-Simulation											
5	Median											
6	Schwankung											
7	Anzahl der vergütenden Stunden											
8	negativer Strompreis											
9	Zeit/Jahr											
10	Zahlungsrufen											
11	Eigene Finanzmittel											
12	Darlehen 1											
13	Darlehen 2 (mit Sondertilgung)											
14	Kontokorrent											
15	Zinsfuß p in %/Jahr											
16	Diplo-max Betrag/Überziehungszinsen											
17	Geldanlage											
18	Zinsfuß p in %/Jahr											
19	Finanzierungssaldo											
20	Kreditstand											
21	Guthabenstand (nach Abzug der Sondertilgung; min)											
22	Geldvermögen											
23	Anlagevermögen, AV											
24	Umlaufvermögen											
25	Sonstige postive Rechnungsabgrenzung für Zuschüsse!											
26	Gewinn vor Steuern (= Einz. (Ertrag) - Ausz. (Aufwand) - Solz. + Habenzinsen - AIA + kor. um Bestandsveränderung)											
27	Steuern (Einkommensteuer, u.a., siehe unten)											
28	Gewinn nach Steuern											
29	Eigenkapital nach Steuern (= C-Buchwert + Guthaben - Kredite)											
30	Cash flow											
31	Rendite Gesamtkapital (vor Steuern)											
32	Eigenkapitalrendite (nach Steuern)											
33	Amortisationsdauer: Pay-off erreicht, beim Wechseln von - nach +!											
34	Bilquade (JA = 1); erstes Mal:											
35	Bankrott (JA = 1); erstes Mal:											
36	Nebenrechnungen:											
37	wenn Guthaben (t-1) und Saldo 1 negativ (-), dann Auflösung											
38	wenn Kontokorrent und Saldo 2 positiv (+), dann Tilgung											
39	wenn Saldo 2 positiv, dann Anlage											
40	Bei Bedarf: Einfache Investitionskalküle											
41	Eigenkapital nach Steuern											
42	interne Verzinsung:											
43	Kapitalwert											
44	Umsatzgenerationalrendite:											
45	Kapitalbeschlag/Umschlag:											
46	Return on Investment ROI-Mm:											
47	Einkommenssteuerart (http://bundesrecht.juris.de/estg/_32a.html, 2023; § 32a Einkommenssteuergesetz)											
48	1- bis-11604 Euro (Grundfreibetrag): 0											
49	2- von-11606 Euro-bis-17006 Euro: 11604											
50	3- von-17006 Euro-bis-60760 Euro: (922,98 - y + 1 400) · y											
51	4- von-60761 Euro-bis-237926 Euro: (181,13 · z + 2 397) · z + 1 025,38											
52	5- von-237926 Euro-an: 0,42 · x - 10 602,13											
53	Die Größe „y“ ist ein Zehntausendstel des den Grundfreibetrag übersteigenden Teils des auf einen vollen Euro-Betrag abgerundeten zu versteuernden Einkommens. Die Größe „z“ ist ein Zehntausendstel des 14 532 Euro übersteigenden Teils des auf einen vollen Euro-Betrag abgerundeten zu versteuernden Einkommens. Die Größe „x“ ist das auf einen vollen Euro-Betrag abgerundete zu versteuernde Einkommen. Der sich ergebende Steuerebetrag ist auf den nächsten vollen Euro-Betrag abzurunden.											

Tabelle 12: Schwankungen der Globalstrahlung im Zeitraum von 1983 - 2023 (DWD 2024)

Schwankung Globalstrahlung	Jahr	Stunden
	1983	1033
	1984	970
	1985	1016
	1986	1024
	1987	950
	1988	999
	1989	1057
	1990	1061
	1991	1060
	1992	1068
	1993	1044
	1994	1061
	1995	1053
	1996	1024
	1997	1099
	1998	996
	1999	1088
	2000	1048
	2001	1042
	2002	1033
	2003	1197
	2004	1064
	2005	1102
	2006	1110
	2007	1087
	2008	1082
	2009	1102
	2010	1066
	2011	1134
	2012	1096
	2013	1046
	2014	1075
	2015	1111
	2016	1079
	2017	1078
	2018	1207
	2019	1146
	2020	1171
	2021	1096
	2022	1227
	2023	1144
Standardabweichung		59,1155751

Tabelle 16 Anlage 6 ha Freiflächenphotovoltaik B-Plan Stromgestehungskosten Variante 2

Anlage 6 ha B-Plan							
Investitionsausgaben in Euro	I0	1.680.000,00 €		$LCOE = \frac{I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{A_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{M_{t,el}}{(1+i)^t}}$			
Jährliche Gesamtkosten in Euro im Jahr t	At	siehe Tabelle					
Produzierte Strommenge im jeweiligen Jahr in kWh	Mt,el	siehe Tabelle					
realer kalkulatorischer Zinssatz	i	0,04					
wirtschaftliche Nutzungsdauer in Jahren	n	20,00					
Jahr der Nutzungsperiode (1, 2, ...n	t	siehe Tabelle					
						Stromgestehungskosten	0,026174667
t	At			Mt, el			
1	25200	24230,76923		5983860	5753711,538		
2	25.704,00 €	23764,7929		5968900,35	5518583,903		
3	26.218,08 €	23307,77765		5953978,10	5293064,85		
4	26.742,44 €	22859,55116		5939093,15	5076761,719		
5	27.277,29 €	22419,94441		5924245,42	4869297,899		
6	27.822,84 €	21988,79163		5909434,81	4670312,167		
7	28.379,29 €	21565,93025		5894661,22	4479458,064		
8	28.946,88 €	21151,20082		5879924,57	4296403,288		
9	29.525,82 €	20744,44696		5865224,76	4120829,115		
10	30.116,33 €	20345,51529		5850561,69	3952429,848		
11	30.718,66 €	19954,25538		5835935,29	3790912,282		
12	31.333,03 €	19570,5197		5821345,45	3635995,194		
13	31.959,69 €	19194,16355		5806792,09	3487408,852		
14	32.598,89 €	18825,04502		5792275,11	3344894,548		
15	33.250,86 €	18463,02492		5777794,42	3208204,145		
16	33.915,88 €	18107,96675		5763349,93	3077099,649		
17	34.594,20 €	17759,73662		5748941,56	2951352,788		
18	35.286,08 €	17418,20323		5734569,21	2830744,622		
19	35.991,81 €	17083,23778		5720232,78	2715065,154		
20	36.711,64 €	16754,71398		5705932,20	2604112,972		
		405509,59			79676642,60		

Tabelle 20: Anlage 6 ha Agri- PV Stromgestehungskosten Variante 2

Anlage 6 ha Agri-PV						
Investitionsausgaben in Euro	I0	2.500.000,00 €				
Jährliche Gesamtkosten in Euro im Jahr t	At	siehe Tabelle				
Produzierte Strommenge im jeweiligen Jahr in kWh	Mt,el	siehe Tabelle				
realer kalkulatorischer Zinssatz	i	0,04				
wirtschaftliche Nutzungsdauer in Jahren	n	20,00				
Jahr der Nutzungsperiode (1, 2, ...n)	t	siehe Tabelle				
						Stromgestehungskosten 0,038950397
t	At			Mt, el		
1	37500	36057,69231		5983860	5753711,538	
2	38.250,00 €	35364,27515		5968900,35	5518583,903	
3	39.015,00 €	34684,19293		5953978,10	5293064,85	
4	39.795,30 €	34017,18922		5939093,15	5076761,719	
5	40.591,21 €	33363,01251		5924245,42	4869297,899	
6	41.403,03 €	32721,41611		5909434,81	4670312,167	
7	42.231,09 €	32092,15811		5894661,22	4479458,064	
8	43.075,71 €	31475,00122		5879924,57	4296403,288	
9	43.937,23 €	30869,71274		5865224,76	4120829,115	
10	44.815,97 €	30276,06442		5850561,69	3952429,848	
11	45.712,29 €	29693,83241		5835935,29	3790912,282	
12	46.626,54 €	29122,79717		5821345,45	3635995,194	
13	47.559,07 €	28562,74338		5806792,09	3487408,852	
14	48.510,25 €	28013,45985		5792275,11	3344894,548	
15	49.480,45 €	27474,73947		5777794,42	3208204,145	
16	50.470,06 €	26946,3791		5763349,93	3077099,649	
17	51.479,46 €	26428,1795		5748941,56	2951352,788	
18	52.509,05 €	25919,94528		5734569,21	2830744,622	
19	53.559,23 €	25421,48479		5720232,78	2715065,154	
20	54.630,42 €	24932,61008		5705932,20	2604112,972	
		603436,89			79676642,60	

$$LCOE = \frac{I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{A_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{M_{t,el}}{(1+i)^t}}$$

Tabelle 23: Anlage 2,5 ha Agri- PV Vollständige Finanzierung Variante 2

Vollständige Finanzierung (©Fuchs 2020)		Anlage 2,5 ha Agri-PV		Entwicklung von Vermögen und Kapital bei einer Investition		neg. Strompreis		Anzahl der vergütenden Stunden			
Hinweis: Dateneingabe nur in "weiße Felder"; farbige Zellen enthalten Formeln, die nicht überschrieben werden sollte Hinweis zur MwSt: Optierer netto verbuchen, Pauschalierer brutto! Annahmen: t1 = Jahr 2025											
Mittelwert der Monate Carlo-Simulation:											
Anzahl der vergütenden Stunden		Schwankung									
negativer Strompreis		147		997,31		103,45					
Zahl/Jahr				0		1		2			
Zahlungenreihen				+ Ertrag		+ Ertrag		+ Ertrag			
+ Ertrag				166.510		151.856		151.856			
- Steuern				-27.208		-16.641		-16.189			
- Investitionen				-1.055.000		0		0			
- Desinvestition/Verkauf, wenn Umkehrzeit im Vorjahr (Ja/Nein=0)				0		0		0			
+ Auszahlungen				-18.525		-18.142		-16.464			
+ Saldo Zahlungsreihe				-1.055.000		128.479		118.974			
Eigene Finanzmittel				+ Erträge, - Entnahmen		500.000		0			
Darlehn_1				-4,0%		+ Aufnahme (netto)		555.000			
Laufzeit (Anzahl Perioden)				20		Tilgung		18.638			
Annuitätenfaktor				0,02736		+ Solzinzen (Aufwand)		22.200			
Darlehn_2 (mit Sondertilg)				-4,0%		+ Aufnahme (netto)		0			
Laufzeit (Anzahl Perioden)				0		Tilgung (normal)		0			
Annuitätenfaktor				0		+ Solzinzen (Aufwand)		0			
Sonderverpflichtung, max p.a.				0		+ Aufnahme (netto)		0			
Kontokorrent				0,0%		Tilgung		0			
Zinssatz p.a. in %/Jahr				0,0%		+ Aufnahme (netto)		0			
+ Dispo-max. Betrag/Überziehungszinssatz				5,0%		+ Solzinzen (Aufwand)		0			
Summe				0		0		0			
Geldanlage				4,0%		+ Anlage		88.641			
Zinssatz p.a. in %/Jahr				0,04		+ Auflösung		0			
Finanzierungssaldo				0		+ Habenzinzen (Ertrag)		3.546			
Kreditstand:				Darlehn_1		555.000		536.362			
Kontokorrent				Darlehn_2 (mit Sondertilgung)		0		0			
Guthabenstand (nach Abzug der Sondertilgung); min.				0		0		0			
Geldvermögen				-555.000		-447.721		-346.657			
Anlagevermögen, AV				AV Boden (keine AfA)		0		0			
AV Gebäude und Maschinen				1.055.000		1.002.250		949.500			
Umlaufvermögen				20,9 Jahre		52.750		52.750			
Sonderposten (passive Rechnungsabgrenzung) für Zuschüsse!				0		0		0			
Gewinn vor Steuern (= Ertr. (Ertrag) - Ausz. (Aufwand) - Solz. (Aufwand) - AfA & korrr. um Bestands)				Steuern (Einkommensteuer u.a., siehe unten)		21.206		16.541			
Gewinn nach Steuern				54.529		48.315		50.376			
Eigenkapital nach Steuern (= Sachverm. + Guthaben - Kredite)				500.000		554.529		602.843			
Cash flow				0		88.641		81.681			
Revidierte Gesamtkapital (vor Steuern)				0		8%		8%			
Eigenkapitalrendite (nach Steuern)				10%		8%		8%			
Amortisationsdauer: Pay-off erreicht, beim Wechseln von - nach +!				-1.055.000		-947.721		-846.657			
Liquide (Ja = 1); erstes Mal:				0		x		0			
Bankrott (Ja = 1); erstes Mal:				0		x		0			
Nebenrechnungen:				wenn Guthaben (0-1) und Saldo 1 negativ (-), dann Auflösung		0		0			
wenn Kontokorrent und Saldo 2 positiv (+), dann Tilgung				0		0		0			
wenn Saldo 2 positiv, dann Anlage				0		88.641		81.681			
Bei Bedarf: Einfache Investitionskalküle				interne Verzinsung:		7,2%		-500.000			
Eigenkapital nach Steuern				Kapitalwert		4%		754547			
Umsatzgewinnrate/-rendite				Gewinn/Nettoumsatz		33%		33%			
Kapitalumschlag				Nettoumsatz/Gesamtkapital		15%		15%			
Return on Investment				ROI-Mittel		5,0%		5,0%			
Einkommensteuerf (http://bundesrecht.juris.de/estg/...32a.htm, 2023); § 32a Einkommensteuerf:				1-bis-11604-Euro-(Grundfreibetrag):		11604		1400			
2-von-110000-Euro-bis-17000-Euro:				17.000		11604		1400			
3-von-17000-Euro-bis-66760-Euro:				66.760		11604		1400			
4-von-66761-Euro-bis-227826-Euro:				227.826		11604		1400			
5-von-227826-Euro-ab:				0,42		x - 10.602,13		0,42			
Die Größe „y“ ist ein Zehntausendstel des den Grundfreibetrag übersteigenden Teils des auf einen vollen Euro-Betrag abgerundeten zu versteuernden Einkommens. Die Größe „z“ ist ein Zehntausendstel des 14.532 Euro übersteigenden Teils des auf einen vollen Euro-Betrag abgerundeten zu versteuernden Einkommens. Die Größe „x“ ist das auf einen vollen Euro-Betrag abgerundete zu versteuernde Einkommen. Der sich ergebende Steuerbetrag ist auf den nächsten vollen Euro-Betrag abzurunden.											

Kosten Agri-PV privilegiert 2,5 ha vs Agri-PV 6 ha

Von: "Kuhlmann - Ingenieurbüro Oldenburg" <susanne.kuhlmann@ing-oldenburg.de>
An: rieke@plenter.de
Datum: 19.08.2024 16:34:51

Hallo Rieke,

ich hoffe, es geht dir gut und du kommst mit deiner Masterarbeit gut voran.

Hier einmal ein paar Zahlen, wie wir es zur Zeit für Projekte im Umkreis von bis zu 70 km vom Büro aus anbieten würden, alles ohne Gewähr.

Genauere Zahlen lassen sich nur mit Kenntnis eines konkreten Projekts ermitteln, da insbesondere für die naturschutzfachlichen Ausarbeitungen

das Umfeld eine bedeutende Rolle spielt.

Kostenvergleich, entweder 6ha Agri-PV mit Bebauungsplan und FNP-Änderung oder 2,5 ha Agri-PV, privilegiert nach §35 (1) Nr. 9 BauGB, Auslauf Bio-Legehennen

privilegiert, ohne B-Plan, 2,5 ha		€ netto
LFB	ca.	4.600,00
SaP, Artenschutz -Potentialabsch.-ohne Kartierungen	ca.	4.740,00
Ortstermin für beide Ausarbeitungen		je 2 h je MA vor Ort + Fahrzeit
mit Bauleitplanung, ca. 6 ha (HOAI, HZ I Mitte)		
FNP-Änderung		3.660,00
vorhabenbez. B-Plan*		24.400,00
LBP		5.760,00
SaP,siehe oben		5.660,00

*incl. bis zu 3 Verfahrenstermine

Ergänzend können Kartierungen gefordert werden, die dann im LFB/LBP und in der saP berücksichtigt werden müssen,
z.B. "Kurzkartierung Brutvögel" (in einem aktuellen Projekt eines anderen Kartierbüros waren das ca. 2.800 € netto bei eingeschränkter Erfassung (2 Kartiertermine und kurze Auswertung))
oder Biotoptypenkartierung (ggfs. für die Randbereiche).
Wenn eine Bauleitplanung erforderlich ist, sind mehrere Verfahrenstermine (z.B. für die Vorstellung der Planungsunterlagen im Gemeinderat oder zur Klärung von Einwendungen etc.) inkludiert.

VG
Susanne
Für Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Abbildung 23: Kostenübersicht Ingenieurbüro Oldenburg (Kuhlmann 2024)

SUNfarming GmbH Gewerbegebiet zum Wasserwerk 12 | 15537 Erkner | Germany

Herr
Max Mustermann

Ansprechpartner: Frau Edith Brasche
Abteilung: Geschäftsleitung
Mobil: +491712164156
E-Mail: e.brasche@sunfarming.de

Angebot

Angebots-Nummer	Datum	Kunden-Nummer	Projekt
AN2300790	23.11.2023		Agri-PV-Anlage für 2,5 ha Süd komplett



Sehr geehrte Damen und Herren,

wir danken für Ihre Anfrage und bieten Ihnen unter Berücksichtigung unserer Liefer- und Leistungsbedingungen wie folgt freibleibend an:

Nr.	Menge	ME	Beschreibung	Einzelpreis	Gesamtpreis
001	3,00	Tag	Projektmanagement und Koordination u. A. <ul style="list-style-type: none"> Planung aller mechanischen und elektrischen Installationen bis zur Ausführungsreife Planung des Netzanschlusses der PV-Anlage nach Vorgaben des örtlichen Netzbetreibers und Netzanfrage / Reservierung inkl. aller Abstimmungen 	800,00	2.400,00
002	2.712,00	kWp	Leistungspaket I: Materiallieferung für eine Agri PV-Anlage nach DIN SPEC 91434 <p>PV-Module (German Quality Controlled):</p> <ul style="list-style-type: none"> SUNfarming PV-Module SF AT-565-72M (565 W) Glass / Glass bifacial 12 Jahre Produktgarantie des Herstellers 30 Jahre Leistungsgarantie Stetige Qualitätskontrolle jedes SUNfarming-Containers durch den TÜV oder dem Photovoltaik-Institut 	565,38	1.533.310,56

Seite 1 von 6

Sitz der Gesellschaft: Erkner, Deutschland
Geschäftsführung: Martin Tauschke
Prokura: Karsten Selsor | Thina Söhrum

Amtaggericht: Frankfurt (Oder) HRB 12015 FF
Finanzamt: Frankfurt (Oder) USt-ID DE 264 559 193
Douache Bank AG | SWIFT: DEUTDE33HAN | IBAN: DE49 1007 0024 0033 3203 00
Commerzbank AG | SWIFT: COBADE33HAN | IBAN: DE75 1004 0000 0308 5603 00

Abbildung 24: Angebot SunFarming 2,5 ha komplett

Nr.	Menge ME	Beschreibung	Einzelpreis	Gesamtpreis
		<ul style="list-style-type: none"> Berlin (German Quality Controlled) • Qualitätskontrolle während der Produktion und im Warenlager • Reflektionsarmes Solar-Sicherheitsglas und Aluminiumrahmen • besonders resistent gegen Sturm / Hagelschaden 		
		<p>SF/SP Montagesystem für Agri PV-Anlagen nach DIN SPEC 91434:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lichte Höhe untere Modulkante 2,10m (niedrigster Punkt), oberste Modulkante 3,60m (höchster Punkt) • Fixierung des Systems mittels Rammpfosten • Dimensioniert nach Eurocode 3 und Eurocode 9 • Standortspezifischer Standfestigkeitsnachweis gemäß nationalen Anhängen zum Eurocode • Konstruktion geprüft und optimiert mittels Windkanalversuchen • Hohe Lebensdauer durch Verwendung hochwertiger Materialien (Aluminium, Edelstahl und verzinkter Stahl) • patentrechtlich abgesichertes Regenwasserverteilsystem 		
		<p>Solar- Wechselrichter:</p> <ul style="list-style-type: none"> • gemäß Datenblatt • dreiphasig einspeisend 		
		<p>SF Installationszubehör:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solarkabel 6 mm², Stecker/Buchsen, Kabelbinder • Presskabelschuhe, Kabelbahnen, Schutzrohre • Erdverlegbares Starkstromkabel etc. 		
		<p>SF Meteocontrol Datenfernübertragung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • inkl. Parkregelung, Sensorik und Netzwerkmaterialien • Datenübertragung per GSM Modem • separate Trafouberwachung inkl. Alarmmeldung im Fehlerfall 		

Nr.	Menge	ME	Beschreibung	Einzelpreis	Gesamtpreis
Transport frei Baustelle					
003	2.712,00	kWp	Leistungspaket II: DC & AC Montage <ul style="list-style-type: none"> • Baustelleneinrichtung / Ladetechnik • Montage der Photovoltaikmodule • Verlegen und Anschließen der DC-Verkabelung • Montage und betriebsfertiger Anschluss der Wechselrichter DC-seitig • AC-Installation bis Transformatorstation • Installation Datenfernübertragung 	82,15	222.790,80
004	1,00	Stk	Transformatorstation 3000 kVA für Volleinspeisung <ul style="list-style-type: none"> • 20' HC Container • Niederspannung: 800V • Mittelspannung: 20kV • Stationskörper: 20' HC Container L x H x T = 6.058 x 2.896 x 2.438 mm, fertig bestückt, Gewicht: <22t • inkl. Mittelspannungs-Schaltanlage • inkl. Transformator Dreiwicklungs-Drehstrom nach DIN EN 50588-1, erfüllt EU-OekoDesign Richtlinie, Öltransformator Mineralöl, Kühlsystem: ONAN • inkl. Niederspannungshauptverteilung • Leichtbeton-Fertigteil-Fundamentwanne <ul style="list-style-type: none"> • Außenabm: L x B x H = 6,06m x 2,44m x 0,95m einschl. Zwischenwände • Die Fundamentwanne wird in 1 Sektion ausgeliefert. • Gewicht der Fundamentwanne: ca. 12t 	217.867,00	217.867,00
005	1,00	Stk	Übergabestation <ul style="list-style-type: none"> • Betonkompaktstation mit Fernwirktechnik • bestehend aus zwei Raumteilen • inkl. MS-Schaltanlage und Innenerdungsanlage • inkl. Schutzrelaiseschrank, Kleinverteiler und Hilfsspannungsversorgung 	126.846,00	126.846,00

Nr.	Menge	ME	Beschreibung	Einzelpreis	Gesamtpreis
			<ul style="list-style-type: none"> inkl. Zählerschrank für MS-Messung nach Vorgabe des Netzbetreibers 		
006	1,00		Anlagenzertifikat Typ A	33.051,00	33.051,00
007	1,00	m	Bedarfsposition Lieferung / Installation des Mittelspannungskabels <ul style="list-style-type: none"> inkl. Tiefbau-, Erdarbeiten (offene Bauweise) Entfernung zwischen Transformator und Übergabestation bzw. Netzverknüpfungspunkt noch zu ermitteln 	160,46	E.P.
008	1,00	psch.	Bedarfsposition Teilnahme am Ausschreibungsverfahren der Bundesnetzagentur <ul style="list-style-type: none"> Erstellung der Unterlagen für die Teilnahme am Ausschreibungsverfahren für PV-Anlagen der Bundesnetzagentur zur Erlangung einer EEG-Vergütung (ohne Erfolgsgarantie) 	1.120,00	E.P.
009	2.712,00	kWp	Bedarfsposition Zaun inkl. Montage <ul style="list-style-type: none"> Doppelstabmatte Zaunspfosten Übersteigschutz Befestigungszubehör 1 Tor (Breite: 4m) 	14,37	E.P.
010	2.712,00	kWp	Bedarfsposition Option 1: Technisches Monitoring Basic für 1 Jahr Monitoring / Funktionsüberwachung der Photovoltaikanlage per Datenfernübertragung über: <ul style="list-style-type: none"> Leitstandssoftware von Meteocontrol vom SUNfarming Mitarbeiter (aktiv/passiv) Benachrichtigung an den Eigentümer bei Fehlerfall der Anlage mit Ertragsverlust 	1,57	E.P.

Nr.	Menge	ME	Beschreibung	Einzelpreis	Gesamtpreis
			<ul style="list-style-type: none"> • Reporterstellung (Jahresreport) • Abdeckungsrahmen: 24/7 (am Wochenende, Feiertag: Funktionsüberwachung) > 100kWp • Service und Wartung nach Aufwand gegen separates Angebot 		
				Summe Netto EUR	2.136.265,36
				19,00 % MwSt. EUR	405.890,42
				Summe Brutto EUR	2.542.155,78

Das vorstehende Angebot beinhaltet die Lieferung der für die Errichtung der PV-Anlage notwendigen Materialien, so wie oben aufgeführt. Sämtliche Komponenten stammen von ausgewählten langjährigen Qualitäts-Lieferanten und wurden bereits mehrfach in Eigenbestandsanlagen verbaut und sind praxiserprobt erprobt.

Das Angebot gilt vorbehaltlich technischer Vor-Ort-Prüfung und der Aussage des Netzbetreibers.

Es gilt gemäß neuer EEG-Richtlinie eine Zertifizierungspflicht für Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz ab 270 kVA Netzanschlussleistung bzw. 500 kWp Anlagenleistung.

Ab einer Anlagenleistung von 200 kWp gilt zur Sicherung der EEG-Vergütung die verpflichtende Direktvermarktung.

Folgende Leistungen sind nicht Bestandteil des Angebotes und bieten wir bei Bedarf gerne an:

- Flächenregulierung
- Erstellung des Bauantrags inkl. Entwurfs- und Genehmigungsplanung

Zahlungsmodalitäten:

30 % der Angebotssumme sind sofort nach Angebotsannahme und Rechnungslegung an SUNfarming zur Zahlung fällig. 60 % der Angebotssumme sind vor Auslieferung und nach Rechnungslegung zur Zahlung fällig. Teillieferungen sind möglich und werden teilabgerechnet. 10 % sind nach Abnahme und Rechnungslegung zur Zahlung fällig, spätestens jedoch 14 Tage nach Fertigstellungsanzeige.

Das Angebot gilt 4 Wochen ab Datum dieses Angebotsschreibens. Es gelten die Allgemeinen Geschäftsbedingungen. Diese sind unter www.sunfarming.de einsehbar. Zum Zwecke der Entscheidung über die Annahme oder die Ablehnung des Auftrages ist SUNfarming berechtigt, über den Auftraggeber eine Bonitätsauskunft einzuholen.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gern unter der o.g. Telefonnummer jederzeit zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen,

ihre SUNfarming GmbH

Ich habe die AGB auf www.sunfarming.de gelesen und stimme zu.

Hiermit bestätige ich/wir die Annahme des oben aufgeführten Angebots und erteile/erteilen Ihnen hiermit den Auftrag:

Ort / Datum

Unterschrift

SUNfarming GmbH Gewerbegebiet zum Wasserwerk 12 | 15537 Erkner | Germany

Herr
Max Mustermann

Ansprechpartner: Frau Edith Brasche
Abteilung: Geschäftsleitung
Mobil: +491712164156
E-Mail: e.brasche@sunfarming.de

Angebot

Angebots-Nummer	Datum	Kunden-Nummer	Projekt
AN2400029	23.01.2024		Agri-PV DIN SPEC 2,5 ha - SÜD (ohne Zaunumfahrung)



Sehr geehrte Damen und Herren,

wir danken für Ihre Anfrage und bieten Ihnen unter Berücksichtigung unserer Liefer- und Leistungsbedingungen wie folgt freibleibend an:

Nr.	Menge	ME	Beschreibung	Einzelpreis	Gesamtpreis
001	3,00	Tag	Projektentwicklung / Technische Planung einer PV-Freiflächenanlage <ul style="list-style-type: none"> technische Auslegung der Photovoltaik-Freiflächen Berechnung und Darstellung des spezifischen Ertrages (Simulation) Planung der Unterkonstruktion Planung aller mechanischen und elektrischen Installationen bis zur Ausführungsreife Planung des Netzanschlusses der PV-Anlage nach Vorgaben des örtlichen Netzbetreibers 	800,00	2.400,00
002	3.178,13	kWp	Leistungspaket I: Materiallieferung für eine Agri PV-Anlage nach DIN SPEC 91434 <p>PV-Module (German Quality Controlled):</p> <ul style="list-style-type: none"> SUNfarming PV-Module SF AT-565-72M (565 W) Glass / Glass bifacial 12 Jahre Produktgarantie des Herstellers 	565,38	1.796.851,14

Seite 1 von 6

Sitz der Gesellschaft: Erkner, Deutschland
Geschäftsführung: Martin Tauschke
Prokura: Karsten Balzer | Thina Schrum

Abtgsgericht: Frankfurt (Oder) HRB 12015 PF
Finanzamt: Frankfurt (Oder) USt-ID DE 254 359 193
Deutsche Bank AG | SWIFT: DEUTDE33HAN | IBAN: 0849 1007 0024 0033 3203 00
Commerzbank AG | SWIFT: COBADE33HAN | IBAN: 0275 1004 0200 0108 5803 00

Abbildung 25: Angebot SunFarming 2,5 ha ohne Zaunumfahrung

Nr.	Menge ME	Beschreibung	Einzelpreis	Gesamtpreis
		<ul style="list-style-type: none"> • 30 Jahre Leistungsgarantie • Stetige Qualitätskontrolle jedes SUNfarming-Containers durch den TÜV oder dem Photovoltaik-Institut Berlin (German Quality Controlled) • Qualitätskontrolle während der Produktion und im Warenlager • Reflektionsarmes Solar-Sicherheitsglas und Aluminiumrahmen • besonders resistent gegen Sturm / Hagelschaden 		
		<p>SF/SP Montagesystem für Agri PV-Anlagen nach DIN SPEC 91434:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unterkante Querträger: niedrigster Punkt 2,10 m, höchster Punkt 3,60 m • Reihenabstand 3,5 - 4 m, 5 Module horizontal übereinander • Fixierung des Systems mittels Rammpfosten • Dimensioniert nach Eurocode 3 und Eurocode 9 • Standortspezifischer Standfestigkeitsnachweis gemäß nationalen Anhängen zum Eurocode • Konstruktion geprüft und optimiert mittels Windkanalversuchen • Hohe Lebensdauer durch Verwendung hochwertiger Materialien (Aluminium, Edelstahl und verzinkter Stahl) • patentrechtlich abgesichertes Regenwasserverteilsystem 		
		<p>Solar- Wechselrichter:</p> <ul style="list-style-type: none"> • gemäß Datenblatt • dreiphasig einspeisend 		
		<p>SF Installationszubehör:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solarkabel 6 mm², Stecker/Buchsen, Kabelbinder • Presskabelschuhe, Kabelbahnen, Schutzrohre • Erdverlegbares Starkstromkabel etc. 		

Nr.	Menge	ME	Beschreibung	Einzelpreis	Gesamtpreis
			SF Meteocontrol Datenfernübertragung: <ul style="list-style-type: none"> • inkl. Parkregelung, Sensorik und Netzwerkmaterialien • Datenübertragung per GSM Modem • separate Trafoüberwachung inkl. Alarmmeldung im Fehlerfall 		
			Transport frei Baustelle		
003	3.178,13	kWp	Leistungspaket II: DC & AC Montage <ul style="list-style-type: none"> • Baustelleneinrichtung / Ladetechnik • Montage der Photovoltaikmodule und Unterkonstruktion • Verlegen und Anschließen der DC-Verkabelung • Montage und betriebsfertiger Anschluss der Wechselrichter DC-seitig • AC-Installation • Installation Datenfernübertragung 	85,48	271.666,55
			Anlagenanschluss: <ul style="list-style-type: none"> • Anfrage Netzverknüpfungspunkt beim Netzbetreiber • Funktions- und Installationsprüfung • Vorbereitung der Anmeldeunterlagen und Einweisung zur Anmeldung bei der Bundesnetzagentur • EEG-konforme Inbetriebnahme mit dem Netzbetreiber • Einweisung des Auftraggebers • Direktvermarktung: Erstkontakt Direktvermarkter, techn. Anbindung und Funktionstest der DV-Schnittstelle 		
004	1,00	Stk	Bedarfsposition Transformatorstation 3000 kVA Volleinspeisung <ul style="list-style-type: none"> • 20 ft HC Container • Niederspannung 800 V • Mittelspannung 20 kV • Stationskörper: 6.058 x 2.896 x 2.438 m (LxHxT) <ul style="list-style-type: none"> - fertig bestückt, Gewicht < 22 t • inkl. Mittelspannungs – Schaltanlage 	183.631,00	E.P.

Nr.	Menge	ME	Beschreibung	Einzelpreis	Gesamtpreis
			<ul style="list-style-type: none"> • inkl. Transformator Dreiwicklungsdrehstrom nach DIN EN 50588-1 <ul style="list-style-type: none"> ◦ erfüllt EU-Ökodesign-Richtlinie ◦ Öltransformator Mineralöl (PCB frei) ◦ Kühlsystem ONAN • inkl. Niederspannungshauptverteilung • Leichtbeton-Fertigteil-Fundamentwanne 6.060 x 2.440 x 0.950 m (LxBxH) Außenabmaß <ul style="list-style-type: none"> ◦ wird in 1 Sektion ausgeliefert ◦ Gewicht ca. 12 t 		
005	1,00	Stk	Bedarfsposition Übergabestation <ul style="list-style-type: none"> • Betonkompaktstation mit Fernwirktechnik • bestehend aus zwei Raumteilen • inkl. MS-Schaltanlage und Innenerdungsanlage • inkl. Schutzrelaischrank, Kleinverteiler und Hilfsspannungsversorgung • inkl. Zählerschrank für MS-Messung nach Vorgabe des Netzbetreibers 	101.900,00	E.P.
006	1,00	m	Bedarfsposition Lieferung / Installation des Mittelspannungskabels <ul style="list-style-type: none"> • Mittelspannungskabel inkl. Tiefbau-, Erdarbeiten (offene Bauweise) • Entfernung zwischen Transformator und Übergabestation bzw. Netzverknüpfungspunkt noch zu ermitteln 	160,46	E.P.
007	1,00	Stk	Bedarfsposition Anlagenzertifikat Typ A	33.050,85	E.P.
008	1,00	psch.	Bedarfsposition Teilnahme am Ausschreibungsverfahren der Bundesnetzagentur <ul style="list-style-type: none"> • Erstellung der Unterlagen für die Teilnahme am Ausschreibungsverfahren für PV-Anlagen der Bundesnetzagentur zur 	1.875,00	E.P.

Nr.	Menge	ME	Beschreibung	Einzelpreis	Gesamtpreis
			Erlangung einer EEG-Vergütung (ohne Erfolgsgarantie)		
009	3.178,13	kWp	Bedarfsposition Umzäunung der PV-Anlage inkl. Montage	13,51	E.P.
			<ul style="list-style-type: none"> • Stahlmatte 3D 2500 x 1730 mm verz. • Pfosten Typ L verz. 3100/2000 aus Profilrohr 60 x 40 x 1,5 mm • inkl. Befestigungsmaterial • inkl. Bohrung 40 mm von oben für Stacheldraht • 1 Stk. Ind-Tor 2-flg 4000 x 2000 mm verzinkt 		
010	3.178,13	kWp	Bedarfsposition Option 1: Technisches Monitoring Basic für 1 Jahr	1,57	E.P.
			Monitoring / Funktionsüberwachung der Photovoltaikanlage per Datenfernübertragung über:		
			<ul style="list-style-type: none"> • Leitstandssoftware von Meteocontrol vom SUNfarming Mitarbeiter (aktiv/passiv) • Benachrichtigung an den Eigentümer bei Fehlerfall der Anlage mit Ertragsverlust • Reporterstellung (Jahresreport) • Abdeckungsrahmen: 24/7 (am Wochenende, Feiertag: Funktionsüberwachung) > 100kWp • Service und Wartung nach Aufwand gegen separates Angebot 		
				Summe Netto EUR	<u>2.070.917,69</u>
				19,00 % MwSt. EUR	393.474,36
				Summe Brutto EUR	<u><u>2.464.392,05</u></u>

Das vorstehende Angebot beinhaltet die Lieferung der für die Errichtung der PV-Anlage notwendigen Materialien, so wie oben aufgeführt. Sämtliche Komponenten stammen von ausgewählten langjährigen Qualitäts-Lieferanten und wurden bereits mehrfach in Eigenbestandsanlagen verbaut und sind praxiserprobt.

Das Angebot gilt vorbehaltlich technischer Vor-Ort-Prüfung und der Aussage des Netzbetreibers.

Ab einer Anlagenleistung von 200 kWp gilt zur Sicherung der EEG-Vergütung die verpflichtende Direktvermarktung.

Das Angebot gilt bei homogenen Bodenklassen bis 4. Wir behalten uns die Berechnung von Mehrkosten nach Aufwand vor, sofern Zusatzaufwände für die Beseitigung von Belägen, Fundamenten oder nicht homogenen Elementen im Boden gefunden werden.

Folgende Leistungen sind nicht Bestandteil des Angebotes und bieten wir bei Bedarf gerne an:

- Flächenregulierung
- Erstellung des Bauantrags inkl. Entwurfs- und Genehmigungsplanung

Zahlungsmodalitäten:

30 % der Angebotssumme sind sofort nach Angebotsannahme und Rechnungslegung an SUNfarming zur Zahlung fällig. 60 % der Angebotssumme sind vor Auslieferung und nach Rechnungslegung zur Zahlung fällig. Teillieferungen sind möglich und werden teilabgerechnet. 10 % sind nach Abnahme und Rechnungslegung zur Zahlung fällig, spätestens jedoch 14 Tage nach Fertigstellungsanzeige.

Das Angebot gilt 4 Wochen ab Datum dieses Angebotsschreibens. Es gelten die Allgemeinen Geschäftsbedingungen. Diese sind unter www.sunfarming.de einsehbar. Zum Zwecke der Entscheidung über die Annahme oder die Ablehnung des Auftrages ist SUNfarming berechtigt, über den Auftraggeber eine Bonitätsauskunft einzuholen.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gern unter der o.g. Telefonnummer jederzeit zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen,

ihre SUNfarming GmbH

Ich habe die AGB auf www.sunfarming.de gelesen und stimme zu.

Hiermit bestätige/n ich/wir, vorbehaltlich Baugenehmigung, Netzeinspeisung und Finanzierungsbestätigung, die Annahme des oben aufgeführten Angebotes und erteile/n Ihnen hiermit den Auftrag:

Ort / Datum

Unterschrift