

Forschungsbericht

Gefördert durch den
Innovationsfonds
Klima- und Wasserschutz

badenova
Energie. Tag für Tag

Ein Energieprivileg für Photovoltaikfreiflächenanlagen?, eine rechtliche, betriebswirtschaftliche und landschaftsökologische Untersuchung

von

Antonia Kallina

Hochschule Kehl
Kehler Institut für Angewandte Forschung (KIAF)



HOCHSCHULE KEHL
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Verwaltung - Gestalten & Entwickeln

November 2023

Inhaltsverzeichnis

A.	Einleitung.....	3
B.	Begriffsbestimmungen Freiflächenphotovoltaik	5
C.	Technische Unterscheidungen:	5
D.	Unterscheidung nach der Nutzungsform	6
I.	Agri-PV	6
II.	Parkplatz-PV	6
III.	Moor-PV	7
IV.	Floating-PV	7
E.	Zusammenfassung der Ergebnisse	8
F.	Ausführliche Darstellung der Forschungsergebnisse	9
I.	Ergebnisse der rechtlichen Analyse	9
1.	Bebauungspläne	9
2.	Privilegierung im Außenbereich.....	10
3.	Vergleich Energieerzeugung Biogasanlage und Freiflächenphotovoltaik ...	11
4.	Naturschutzrechtliche Privilegierung	13
5.	Zwischenergebnis	13
II.	Ergebnisse der betriebswirtschaftlichen Analyse	14
III.	Ergebnisse der landschaftsökologischen Untersuchung	14
1.	Ergebnisse 2021	17
a.	Ertragsmessungen.....	20
b.	Anmerkungen zu den Ertragsangaben/ Messergebnissen 2021	21
2.	Ergebnisse 2022	22
3.	Vergleich ackerbaulicher Nutzung in der Fotovoltaikanlagen und auf angrenzenden Acker-Vergleichsflächen mit Felderbsen 2022	25
a.	Ergebnisse des Erbsenanbaus in der Agri-PV Anlage in Do-Aasen 2022	26
b.	Fazit zum Erbsenanbauversuch in Agri-PV Anlage in Donaueschingen	34
4.	Kurzcharakterisierung der vier Anlagenstandorte mit ihren Vergleichsflächen	35
5.	Vergleichende Darstellung der floristischen Aufnahmen in den Freiflächen Fotovoltaikanlagen 2021	36
6.	Quellenangabe:.....	40
7.	Fazit	41
8.	Tagfalter und Widderchen	41
a.	Ergebnisse und Diskussion 2021	41
b.	Fazit 2021	44
c.	Ergebnisse und Diskussion 2022	44
d.	Mooshof bei Bodman /Wahlwies	45
e.	Denkingen	47
f.	Döggingen.....	48
g.	Donaueschingen-Aasen	49
h.	Fazit und Anregungen für das Pflegemanagement.....	50
G.	Zusammenfassung und Handlungsempfehlung	52

A. Einleitung

Die Bundesrepublik hat sich im Rahmen des verschärften Bundesklimaschutzgesetzes ambitionierte Ziele für Reduzierung der Treibhausgase gesetzt. Dabei wurde im Bundesklimaschutzgesetz festgelegt, dass bis 2030 65% der Treibhausgasemissionen gegenüber dem Jahr 1990 zu verringern sind, bis 2040 88% der Emissionen zu reduzieren sind und bis 2045 die Treibhausgasneutralität vorliegen soll. Ab 2050 sollen sogar negative Treibhausgasemissionen erreicht werden.

Um diese Ziele zu erreichen werden in den verschiedenen Sektoren Energiewirtschaft, Industrie, Verkehr, Gebäude, Landwirtschaft und Abfallwirtschaft jährliche Minderungsziele festgelegt. Hinsichtlich der Zielerreichung im Sektor Energiewirtschaft wird in verschiedenen Szenarien davon ausgegangen, dass ein Photovoltaik Ausbau von bis zu 500 GW notwendig ist. Im Rahmen der neuen Photovoltaikstrategie des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz wurde herausgestellt, dass für das Jahr 2030 bereits 215 GW installierte Photovoltaik-Leistung vorliegen sollen. Bei einem derzeitigen jährlichen Ausbau von 7 GW Photovoltaik-Leistung im Jahr 2022, ist Deutschland damit noch weit von den jährlichen Ausbauzielen von 22 GW entfernt. In Zukunft muss sich also der Ausbau der neu zu installierenden Photovoltaik Leistung verdreifachen.¹

Die Ausbaubestrebungen der Erneuerbaren Energien haben ihre politischen Wurzeln in den international festgelegten Reduktionen von Treibhausgasen durch das Pariser Klimaschutzabkommen.² Diese international festgelegten Ziele aus dem Pariser Klimaschutzabkommen die Erderwärmung auf deutlich unter 2 Grad Celsius zu beschränken, findet u.a. seine nationale Verankerung im Klimaschutzplan 2050.³

Im Klimaschutzplan 2050 sind Handlungsfelder für die Energiewirtschaft, Industrie, Gebäude, Verkehr, Landwirtschaft, Landnutzung und Forstwirtschaft vorgesehen. Wobei jedem Handlungsfeld sogenannte Sektorenziele zugeordnet werden. Bis 2030 sollen in der Energiewirtschaft maximal 183 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente ausgestoßen werden, wobei 2014 noch 358 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente ausgestoßen worden sind.⁴

Die energiebedingten Emissionen umfassen etwa 85% der deutschen Treibhausgasemissionen. Wobei etwa 40% dieser Emissionen auf die Energiewirtschaft, also die öffentliche Strom- und Wärmeversorgung, Raffinerien

¹ Photovoltaik-Strategie, Handlungsfelder und Maßnahmen für einen beschleunigten Ausbau der Photovoltaik, vom BMWK, Stand 05.05.2023.

² Überabkommen von Paris – Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen <https://eur-lex.europa.eu/content/paris-agreement/paris-agreement.html?locale=de> (zuletzt aufgerufen am 11.07.2023).

³ Klimaschutzplan 2050 <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Industrie/klimaschutz-klimaschutzplan-2050.html> (zuletzt aufgerufen am 11.07.2023).

⁴ Homepage des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit <https://www.bmu.de/themen/klima-energie/klimaschutz/nationale-klimapolitik/klimaschutzplan-2050/> (zuletzt aufgerufen am 11.07.2023).

sowie die Erzeugung von Festbrennstoffen entfallen.⁵ Die Energieerzeugung spielt für die Verringerung der Treibhausgasemissionen folglich eine bedeutende Rolle.

Neben der Klimakrise und der Reduktion von Treibhausgasminderungszielen, ist auch die Biodiversitätskrise aufzuhalten. Dies stellte auch Bundesministerin Steffi Lemke fest: „Wir müssen die Biodiversitätskrise genauso entschieden bekämpfen wie die Klimakrise“⁶. Die Umstellung der Energieerzeugung von konventionellen Energiequellen auf Erneuerbare Energien erzeugt nicht zuletzt im Außenbereich erhebliche Auswirkungen auf die Lebensräume der Flora und Fauna durch die Flächeninanspruchnahme der Erzeugungsanlagen.

Diese beiden Aspekte der Umstellung auf Erneuerbare Energien u.a. auch durch Freiflächenphotovoltaikanlagen und das Aufhalten der Biodiversitätskrise wurden in der nachfolgenden Untersuchung des Forschungsprojektes „Ein Energieprivileg für Photovoltaikfreiflächenanlagen?, eine rechtliche, betriebswirtschaftliche und landschaftsökologische Untersuchung“ zusammengedacht.⁷

Dabei teilt sich das Forschungsprojekt in drei Arbeitspakete auf: das rechtliche Arbeitspaket, den betriebswirtschaftlichen Teil und das landschaftsökologische Gutachten erstellt von Herrn Dr. Karl Müller-Sämann.

Aus rechtlicher Sicht befasst sich die Untersuchung mit der Frage, ob Freiflächenphotovoltaikanlagen im Außenbereich im Rahmen des § 35 BauGB gegenüber anderen privilegierten Erzeugungsanlagen im Rahmen von Art. 3 GG diskriminiert werden. Vor dem Hintergrund der internationalen/nationalen Klimaschutzziele soll dabei im Detail beleuchtet werden, ob eine baurechtliche Privilegierung von Freiflächenphotovoltaikanlagen in § 35 Abs. 1 BauGB gleichheitsrechtlich geboten ist.

Daneben wird untersucht inwiefern die Umnutzung landwirtschaftlich genutzter Flächen in Freiflächenphotovoltaikanlagen einen Eingriff im Sinne des Naturschutzrechts darstellt – im Gegensatz zur bisherigen landwirtschaftlichen Nutzung, die im Allgemeinen keinen Eingriff darstellt und, ob diese Einordnung rechtlich zu rechtfertigen ist.

Aus betriebswirtschaftlicher Sicht wird untersucht, welche Stromgestehungskosten bei der Stromerzeugung durch Freiflächenphotovoltaikanlagen entstehen, wie die zukünftige Entwicklung der Stromgestehungskosten zu bewerten ist, und ob in naher Zukunft die EEG-Vergütung für Freiflächenphotovoltaikanlagen abgeschafft werden sollte, da die Anlagen auch außerhalb der EEG-Vergütung wirtschaftlich betrieben werden können.

Im landschaftsökologischen Gutachten wird der Frage nachgegangen, ob Flächen, die mit Freiflächenphotovoltaikanlagen überbaut sind, gegenüber landwirtschaftlich bewirtschafteten Flächen eine höhere ökologische Qualität aufweisen.

⁵ Umwelt Bundesamt <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energiebedingte-emissionen#energiebedingte-treibhausgas-emissionen> (zuletzt aufgerufen am 11.07.2023).

⁶ <https://www.bmu.de/interview/wir-muessen-die-biodiversitaetskrise-genauso-entschieden-bekaempfen-wie-die-klimakrise> (zuletzt aufgerufen am 11.07.2023).

⁷ Gefördert wird das Projekt unter anderem vom Badenova Innovationsfond und dem Umweltministerium des Landes Baden-Württemberg.

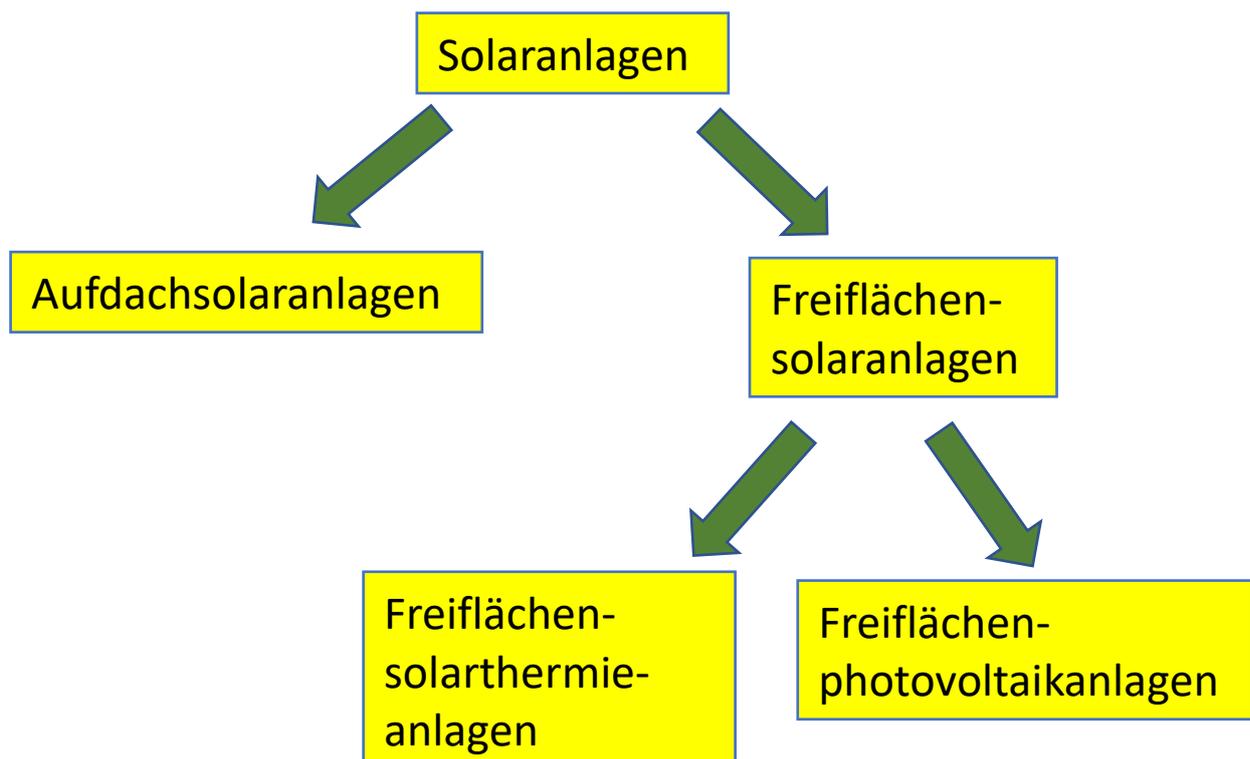
B. Begriffsbestimmungen Freiflächenphotovoltaik

Übergeordnet zur Freiflächenphotovoltaik lässt sich der Begriff der Freiflächensolaranlagen einordnen. Freiflächensolaranlagen umfassen die Freiflächenphotovoltaik- und die Freiflächensolarthermieanlagen. Der Unterschied dieser beiden Anlagentypen liegt in dem bereitgestellten Energieträger und der verwendeten Technologie. Bei der Solarthermie wird warmes Wasser erzeugt und bei der Photovoltaik Strom. In dieser Ausarbeitung geht es nur um die Betrachtung von Freiflächenphotovoltaikanlagen, die auch häufiger in größeren Anlagen umgesetzt werden.

Neben den technischen Unterscheidungskriterien bei Solaranlagen, differenziert das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) die Anlagen und legt unterschiedliche Fördersätze fest. Das EEG unterscheidet dabei nach der elektronischen Leistungsfähigkeit in Anlagen des 1. Segments und Anlagen des 2. Segments. Neben der Unterscheidung nach der Leistungsfähigkeit unterscheidet das EEG auch nach unterschiedlichen Nutzungsformen. Dabei werden Unterscheidungen gemacht zwischen „normalen“ Freiflächenphotovoltaikanlagen, besonderen Solaranlagen nach § 37 Abs. 1 Nr. 3 EEG 2023 und innovativen Anlagenkombinationen im Rahmen der Innovationsausschreibung. Neben der Förderfähigkeit im EEG, sind für eine erfolgreiche Anlagenerrichtung außerdem die Punkte der Stromabnahme, der Materialbeschaffung und Logistikplanung, Baustelleneinrichtung, des Bodenschutzes, der Ausrichtung und des Aufbaus der Anlage, ein Konzept für die Verschattung (vor allem bei Agri-PV-Anlagen), ggf. Blitzschutz, Netzanschluss, technische Instandhaltung und der Rückbau der Anlage zu berücksichtigen.

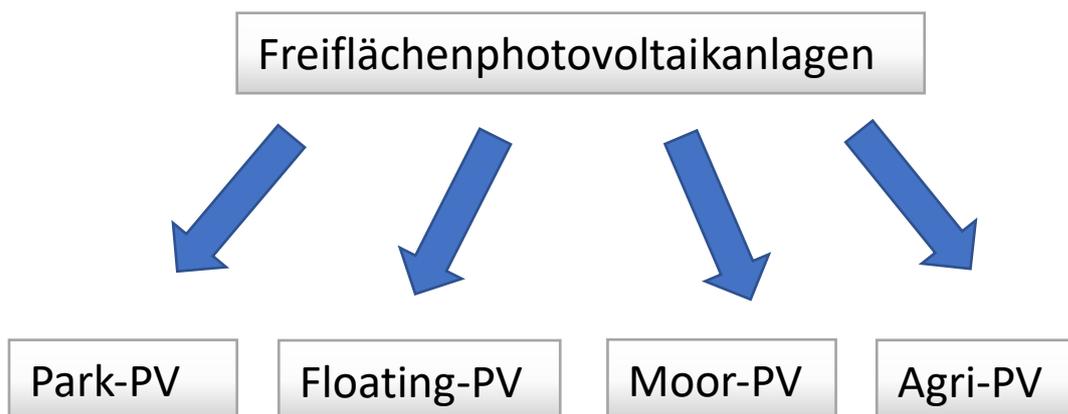
Beschreibung der nachfolgenden Skizze: Auch bei den Aufdach solaranlagen wird in Solarthermieanlagen und Photovoltaikanlagen unterschieden.

C. Technische Unterscheidungen:



D. Unterscheidung nach der Nutzungsform

Nachfolgend sind neben der Freiflächenphotovoltaikanlagen verschiedene Nutzungsformen aufgeführt, die derzeit besonderen gesetzlichen Regelungen im EEG 2023 unterworfen sind. Bei der Freiflächenphotovoltaik kann auf der einen Seite hinsichtlich der Böden bzw. des Untergrundes und der Nutzungsformen der Anlage unterschieden werden. Auf der anderen Seite können Unterscheidungen getroffen werden hinsichtlich der Nutzungsformen an sich und hinsichtlich der Einstufung der unterschiedlichen Nutzungsformen untereinander, also welche Nutzungsform bei welcher Technologieart als vorrangig eingestuft wird und welche Nutzung sekundär dahinter zurücktritt.



I. Agri-PV

Bei der Agri-PV geht es darum Freiflächenphotovoltaikanlagen auf parallel landwirtschaftlich genutzter Fläche zu installieren. Bei der Agri-Photovoltaik steht die Landwirtschaft als primäre Nutzungsart gegenüber der Stromerzeugung durch die Photovoltaikmodule im Vordergrund. Dieses Rangverhältnis zwischen der Stromerzeugung und der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung gibt der Agri-Photovoltaik ihre Berechtigung, sodass hinsichtlich der Vergütungssätze zwischen der Agri-PV und der Freiflächen-PV im EEG 2023 unterschieden wird. Agri-PV-Anlagen erhalten einen Technologiebonus im EEG 2023. Würde kein Rangverhältnis zwischen der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung und der Installation von Photovoltaikmodulen und deren Stromerzeugung eingeführt werden, würde sich eine Agri-PV Anlage nicht von einer Freiflächenphotovoltaikanlage unterscheiden. Vorläufige Festsetzungen hinsichtlich möglicher Anforderungen an eine Agri-PV Anlage finden sich derzeit in der DIN SPEC 91434.

II. Parkplatz-PV

Bei der Parkplatz-PV (auch Park-PV genannt) soll die Fläche doppelt genutzt werden. Im Vordergrund steht die Bereitstellung der Parkplatzfläche, die aber bereits vorhanden sein und nicht erst entstehen sollte, um die Flächenversiegelung zu begrenzen. Der Grundgedanke der Parkplatz-PV ist es, die ohnehin bereits versiegelte Fläche doppelt zu nutzen, indem über den Parkplätzen Photovoltaikmodule installiert werden. Neben der Nutzung von Parkplatzflächen, soll ein Zusatznutzen durch die Photovoltaikmodule geschaffen werden, durch den Schutz vor Witterung und Hagel und die Möglichkeit Ladesäulen zu installieren, die aus den Photovoltaikmodulen gespeist werden. Damit könnte ein Teil der produzierten Energie direkt vor Ort verbraucht werden, sodass ggf. die Akku-

Speicherkapazität der E-Fahrzeuge zur Netzstabilität genutzt werden kann.⁸ Diese netzdienliche Nutzung nennt sich bidirektionales Laden, bei Vorliegen eines Netzmanagement ließen sich E-Fahrzeuge damit als mobile Speicher nutzen.⁹

III. Moor-PV

Bei der Moor-PV geht es darum vormals intensiv landwirtschaftlich genutzte Moore wiederzuvernässen und parallel auf den Flächen Photovoltaikmodule zu installieren, um die Moore aus der intensiven landwirtschaftlichen Bewirtschaftung herauszunehmen. Bei der Wiedervernässung der Moore steigt der Wassergehalt des Bodens. Im Zuge der Wiedervernässung kann das Moor wieder CO₂ aufnehmen und damit als CO₂ Speicher dienen.¹⁰ Einzig bekanntes Projekt ist das Projekt zur Moorrenaturierung in Donaumoos.¹¹

IV. Floating-PV

Bei der Floating-PV werden Photovoltaikmodule mit schwimmenden Fundamenten auf künstlich angelegten Binnenseen installiert, sodass die Module auf der Wasseroberfläche schwimmen. Dabei sind nur künstlich angelegte Seen für die Installation von Floating-PV Anlagen geeignet (vor allem Kiesseen), um die sensible Biotopstruktur auf natürlich entstandenen Seen nicht zu beeinträchtigen.

Besonderer Zusatznutzen liegt bei der Floating-PV auf der Erhöhung des Wirkungsgrades gegenüber vergleichbaren Anlagen an Land, da die Module durch das Wasser gekühlt werden. Dieser Kühlungseffekt ermöglicht die Effizienzsteigerung der Module.¹² Daneben wird durch die teilweise Abdeckung der Wasseroberfläche auch die Verdunstung des Wassers durch Sonneneinstrahlung reduziert.¹³

Der Gesetzgeber hat im EEG und im WHG Vorgaben für geeignete Gewässer festgelegt. Nach dem EEG 2023 vergütungsfähig sind demnach nur Anlagen, die auf künstlichen Gewässern nach § 3 Nr. 4 WHG errichtet worden sind oder das Gewässer ein erheblich verändertes Gewässer nach § 3 Nr. 5 WHG darstellt im Sinne von § 37 Abs. 1 Nr. 2 j und § 48 Abs. 1 S. 1 Nr. 4 EEG.¹⁴

Definiert sind künstliche Gewässer in § 3 Nr. 4 WHG, wonach diese von Menschen geschaffenen oberirdische Gewässer und Küstengewässer umfassen. Um erheblich veränderte Gewässer handelt es sich nach § 3 Nr. 5 WHG, wenn durch einen Menschen in das Wesen der oberirdischen Gewässer oder Küstengewässer

⁸ <https://backbone.vde.com/elektroautos-koennen-dem-stomnetz-helfen/> (zuletzt aufgerufen am 19.12.2022).

⁹ <https://backbone.vde.com/elektroautos-koennen-dem-stomnetz-helfen/> (zuletzt aufgerufen am 19.12.2022).

¹⁰ <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/klimawandel-und-anpassung/moorboeden> (zuletzt aufgerufen am 19.12.2022).

¹¹ <https://www.sueddeutsche.de/bayern/natur-langenmosen-donaumoos-wird-renaturiert-co2-tresor-dpa.urn-newsml-dpa-com-20090101-210504-99-466740> (zuletzt aufgerufen am 19.12.2022).

¹² [Floating Photovoltaics \(FPV\) - Fraunhofer ISE](#) (zuletzt aufgerufen am 25.07.2022).

¹³ [Floating Photovoltaics \(FPV\) - Fraunhofer ISE](#) (zuletzt aufgerufen am 25.07.2022): Weitere Vorteile sind die reduzierten Evaporationsraten, weniger Sonneneinstrahlung reduziert die Algenbildung, außerdem wird das Ökosystem vor zu starker Sonneneinstrahlung geschützt. Darüber hinaus besteht die Koppelung mit H₂ Infrastruktur.

¹⁴ <https://www.clearingstelle-eeg-kwkg.de/haeufige-rechtsfrage/3> (zuletzt aufgerufen am 14.12.2022).

physikalisch erheblich eingegriffen worden ist.¹⁵ Neben diesen Anforderungen für einen Vergütungsanspruch aus dem EEG, müssen bei Floating-PV-Anlagen noch die weiteren Vorgaben aus dem WHG eingehalten werden.¹⁶

Seit dem 01.01.2023 geltenden § 36 Abs. 3 WHG¹⁷ dürfen Floating-PV-Anlagen nur auf künstlichen und erheblich veränderten Gewässern errichtet und betrieben werden, wenn ausgehend von der Linie des Mittelwasserstandes die Anlage bis zu 15 Prozent der Gewässerfläche bedeckt und der Abstand zum Ufer mindestens 40 Meter beträgt. Diese strengen Anforderungen sind eine erhebliche Hürde für die Implementierung dieser noch jungen Technologie.

E. Zusammenfassung der Ergebnisse

In dem von Umweltministerium Baden-Württemberg, dem Innovationsfond Klima und Wasserschutz von Badenova und dem Wissenschaftsministerium Baden-Württemberg geförderten Forschungsprojekt wurden rechtliche, betriebswirtschaftliche und landschaftsökologische Untersuchungen von Freiflächenphotovoltaikanlagen gemacht.

Im rechtlichen Teilgutachten wurde untersucht, ob Freiflächenphotovoltaikanlagen im Außenbereich nach § 35 Abs. 1 BauGB zu privilegieren sind und der naturschutzrechtliche Eingriff zu kompensieren ist, wenn in vielen Fällen die landschaftsökologische Wertigkeit der Flächen höher ist, als die der Referenzflächen.

Im Ergebnis ist zwar immer noch der naturschutzrechtliche Eingriff für die Errichtung der Freiflächenphotovoltaikanlagen zu kompensieren, dennoch sollten Freiflächenphotovoltaikanlagen im Außenbereich privilegiert zulässig sein.

Im Rahmen des betriebswirtschaftlichen Gutachtens wurde herausgearbeitet, dass aufgrund des volatilen Strompreises eine Vergütungssicherheit im Rahmen des EEG derzeit zu erhalten ist, um den Projektierern und Investoren Planungssicherheit zu geben und die Kosten für die Finanzierung der Anlagen nicht unnötig in die Höhe zu treiben.

Im landschaftsökologischen Gutachten wurden vier Freiflächenphotovoltaikanlagen auf ihre ökologische Qualität und Vielfalt hin untersucht und mit vier Referenzfeldern aus der näheren Umgebung zu den Photovoltaikanlagen verglichen. Die untersuchten Testflächen liegen in Baden-Württemberg in Donaueschingen Aasen, Mooshof nahe Wahlwies/Bodmann, Döggingen und Denkingen und weisen in den meisten Fällen eine höhere ökologische Vielfalt auf als die Referenzflächen.

¹⁵ <https://www.clearingstelle-eeg-kwkg.de/haeufige-rechtsfrage/3> (zuletzt aufgerufen am 14.12.2022).

¹⁶ <https://www.clearingstelle-eeg-kwkg.de/haeufige-rechtsfrage/3> (zuletzt aufgerufen am 14.12.2022).

¹⁷ Art. 12 des Gesetzes vom 20. Juli 2022, *BGBI.* I S. 1237.

F. Ausführliche Darstellung der Forschungsergebnisse

In dem Forschungsprojekt wurde unter anderem untersucht, ob Freiflächenphotovoltaikanlagen zukünftig auch ohne Förderung nach dem EEG rentabel betrieben werden können, denn Stand heute können nur sehr große Anlage schon ohne EEG Vergütung gewinnbringend betrieben werden. In Zukunft könnte der Verzicht auf zusätzliche Förderung durch Steuermittel die Akzeptanz der Photovoltaik in der Bevölkerung erhöhen. Für die Nutzung der Flächen sind jedoch Rahmenbedingungen entscheidend, die im Laufe des Forschungsprojekts „Ein Energieprivileg für Photovoltaikfreiflächenanlagen?“ aus ökologischer, rechtlicher- und betriebswirtschaftlicher Sicht erforscht und weiterentwickelt worden sind.

Der Forschungsbericht stellt die Zusammenfassung des ausführlichen Abschlussberichtes zum Forschungsprojekt und die Rahmenbedingungen aus rechtlicher (I), betriebswirtschaftlicher (II) und landschaftsökologischer (III) Perspektive dar.

I. Ergebnisse der rechtlichen Analyse

Freiflächenphotovoltaikanlagen sind ab einer Länge von über 9 Metern grundsätzlich baurechtlich genehmigungspflichtig nach § 58 LBO BW.

Bei Freiflächenphotovoltaikanlagen liegt sowohl eine Verbindung mit dem Erdboden, als auch die bodenrechtliche Relevanz vor, sodass eine Freiflächenphotovoltaikanlage differenziert nach den §§ 30 bis 35 BauGB, die jeweils einschlägigen Anforderungen des Bauplanungsrechtes erfüllen muss.

Bei FFPV-Anlagen muss entweder ein Bebauungsplan vorliegen, das Einfügen in den Innenbereich nach § 34 BauGB oder die Privilegierung im Außenbereich nach § 35 BauGB.

1. Bebauungspläne

- Ein qualifizierter Bebauungsplan trifft Festsetzungen zu Art und Maß der baulichen Nutzung, der überbaubaren Grundstücksfläche sowie den Verkehrsflächen
- Bei einem einfachen Bebauungsplan fehlt eine der oben genannten Voraussetzungen, meist gibt es nur entweder Festsetzungen zur Art oder zum Maß der baulichen Nutzungen
- Für beide Fälle können vorhabenbezogene Bebauungspläne aufgestellt werden, wenn sich interessierte Projektierer direkt an Gemeinden wenden, die über geeignete Flächen für Freiflächen-PV-Anlagen verfügen.

In allen diesen drei Fällen hat die Gemeinde die Planungshoheit inne. Im Rahmen des Bebauungsplanes ist jedoch der sogenannte Typenzwang problematisch. Die Gemeinde ist an § 9 BauGB und die Vorgaben der BauNVO gebunden. Der Typenzwang erfordert, dass bei FFPV-Anlagen, die Gebiete als sogenannte

Sondergebiete „Photovoltaik“ darzustellen und festzusetzen sind nach § 11 BauNVO.¹⁸

2. Privilegierung im Außenbereich

§ 35 Abs. 1 BauGB enthält eine abschließende Liste der privilegierten Vorhaben. Aufgeführt ist in Abs. 1 die Privilegierung von land-, forst- und gartenbaulichen Betrieben, öffentlicher Versorgung, Vorhaben mit einer besonderen Anforderung an die Umgebung, Windenergieanlagen und Wasserkraftanlagen, Biomasseanlagen, Kernenergieanlagen und Photovoltaikanlagen in, an und auf Dach- und Außenwandflächen und seit Ende Dezember 2022 auch die Teilprivilegierung von Freiflächenphotovoltaikanlagen auf einer Fläche längs von Autobahnen oder Schienenwegen des übergeordneten Netzes im Sinne des § 2b des Allgemeinen Eisenbahngesetzes mit mindestens zwei Hauptgleisen, sofern die Anlage in einer Entfernung zu diesen von bis zu 200 Metern, gemessen vom äußeren Rand der Fahrbahn, errichtet wird. Im nachfolgenden werden einige Nummern des § 35 Abs. 1 BauGB herausgegriffen und analysiert, in wie weit eine Freiflächenphotovoltaikanlage unter die Tatbestandskriterien fällt.

Freiflächenphotovoltaikanlagen sind im Außenbereich nach § 35 Abs. 1 BauGB nur im Rahmen des § 35 Abs. 1 Nr. 8b BauGB privilegiert, anders als gebäudeabhängige PV-Anlagen gem. § 35 Abs. 1 Nr. 8a BauGB.¹⁹

Freiflächenphotovoltaikanlagen sind weder baurechtlich im Rahmen des § 35 Absatz 1 BauGB privilegiert, noch durch eine Erleichterung der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung des § 14 BNatSchG begünstigt. Aufgrund dieser unterschiedlichen Behandlung durch das BauGB und das BNatSchG soll in den beiden nachfolgenden Kapiteln untersucht werden, ob die baurechtliche Benachteiligung und die zusätzlichen naturschutzrechtlichen Anforderungen im Vergleich zur Bewirtschaftung von Flächen zur Erzeugung von Energiepflanzen für die Vergärung in der Biogasanlage verfassungsrechtlich gerechtfertigt ist.

Eine verfassungsrechtliche Prüfung kann anhand von verschiedenen grundrechtlichen Anknüpfungspunkten erfolgen. In Betracht kommt in unserem Fall die grundrechtliche Prüfung anhand einer gleichheitsrechtlichen Prüfung im Rahmen des Artikels 3 Absatz 1 Grundgesetz.

Nachfolgend soll dargestellt werden, ob eine Ungleichbehandlung von Freiflächenphotovoltaikanlagen gegenüber anderen erneuerbaren Energiequellen durch den § 14 BNatSchG und den § 35 Abs. 1 BauGB bestehen.

Die inländische, juristische Person genießt, sofern die obengenannte Ausnahme nicht erfüllt ist, den gleichen Grundrechtsschutz wie eine natürliche Person.²⁰ Daraus

¹⁸ BeckOK BauNVO-*Spannowsky*, BauNVO § 1 Rn. 72.

¹⁹ Stand Dezember 2022.

²⁰ BVerfGE 45, 63 (79) – Stadtwerke Hameln; BVerfGE 61, 82 (102, 105) – Sasbach; BVerfGE 106, 28 (43 f., Rn. 39) – Verwertung des Inhalts von Telefongesprächen, die ohne Wissen eines Teils der Gesprächspartner mitgehört worden sind; dazu insbes. Dreier in ders. GG Art. 19 Abs. 3 Rn. 34; Tettinger in Merten/Papier Grundrechte Bd. II, § 51 Rn. 35 f. „Ob das Wesen des Grundrechts auch

ergibt sich, dass der Betreiber einer Freiflächenphotovoltaikanlage vom grundrechtlichen Gleichheitsrecht profitieren kann.

3. Vergleich Energieerzeugung Biogasanlage und Freiflächenphotovoltaik

Besonders hervorzuheben ist bei der Biogasanlage die einfache Speicherung des Energieträgers in dem Fall des Biogases, die sich bedeutend einfacher und kostengünstiger gestaltet als bei der Speicherung von Strom; auch sind hier die geringen Auswirkungen der Biogasanlagen und der Biomasseerzeugung auf das Landschaftsbild zu nennen.

In landwirtschaftlich geprägten Kulturlandschaften kann es jedoch auch zu negativen Folgen durch die Privilegierung von Biogasanlagen kommen. Durch die vielerorts vorherrschenden Maisplantagen wird eine ausgewogene Kulturlandschaft verdrängt. Diese Verdrängung hat nachteilige Auswirkungen auf das Landschaftsbild, die Biodiversität, den Boden- und den Gewässerschutz und damit auch zwangsläufig auf den Klimaschutz, obwohl gerade das Klima durch das Umsteigen auf Erneuerbare Energien also auch durch die Biogaserzeugung geschützt werden soll.²¹

Zum einen werden durch den steigenden Flächenverbrauch durch Maisfelder die Bruthabitat von Tieren massiv eingeschränkt, vor allem von Vögeln, die in halbhohen Wiesen brüten wie die Feldlerche. Zum anderen verunreinigen Pestizide, Herbizide und Fungizide die landwirtschaftlich genutzten Böden und der Einsatz von Düngemitteln hat Einfluss auf die Wasserqualität des Grundwassers. Die Nährstoffbelastung der Flächen nimmt durch landwirtschaftliche Bewirtschaftung zu. Grundsätzlich ist diese Energieform verglichen mit der der Photovoltaik auch eine ineffiziente Nutzung der Sonnenenergie, da mit Hilfe der Photosynthese nur ein geringer Teil der Sonnenenergie in der Biomasse fixiert werden kann, der dann wiederum in der Biogasanlage vergärt wird.²²

Schädliche Umweltauswirkungen auch auf den Menschen sind dabei mit zu berücksichtigen, etwa durch die in Biogasanlagen entstehenden Immissionen.²³ Außerdem ist der hohe Flächenverbrauch zu nennen, der für die Erzeugung von Energiepflanzen benötigt wird und somit fruchtbare Flächen der Nahrungsmittelproduktion entzieht.

Auf der anderen Seite bietet die Freiflächenphotovoltaik eine zusätzliche Einnahmequelle für Landwirte, unabhängig vom Ernteertrag und kann damit die Resilienz der landwirtschaftlichen Höfe, durch zusätzliche Einnahmequellen wie den Stromverkauf oder die Pachtzahlungen, stärken.

auf juristische Personen Anwendung findet, bestimmt sich nach der grundrechtstypischen Gefährdungslage.“ (Maunz/Dürig/P. Kirchhof, 93. EL Oktober 2020, GG Art. 3 Abs. 1).

²¹ Vgl. Alexander Kukk, Zulässigkeit von Biogasanlagen sowie gebäudeunabhängige Photovoltaik-Anlagen, S. 95, 96.

²² <https://www.spektrum.de/news/bioenergie-aus-mais-ist-umweltschaedlich/1422993> (zuletzt aufgerufen am 10.01.2022).

²³ Vgl. Alexander Kukk, Zulässigkeit von Biogasanlagen sowie gebäudeunabhängige Photovoltaik-Anlagen, S. 95, 96.

Freiflächenphotovoltaikanlagen erzeugen im Gegensatz zu Biogasanlagen keinen Ausstoß an Emissionen und bedürfen deshalb keiner bundesimmissionschutzrechtlichen Genehmigung, wodurch weniger bauplanungsrechtliche Belange berührt sind, die eine Bauleitplanung erforderlich machen.

Trotzdem muss bewertet werden, dass durch die Freiflächenphotovoltaik Flächen mittel- bis langfristig der Nahrungsmittelproduktion entzogen werden.²⁴ Demgegenüber muss die zusätzliche Wertschöpfung im ländlichen Raum und die vergleichsweise hohe Energieeffizienz bzw. Flächeneffizienz im Vergleich zu Strom aus Biogasanlagen betrachtet werden.²⁵

Außerdem muss diese Diskussion in den Kontext des fortschreitenden Klimawandels gesetzt werden, der vor 20 Jahren noch nicht im Bewusstsein der Menschen angekommen war. Nicht zuletzt die Entscheidung des Bundesverfassungsgerichts lässt Zweifel an bauplanungsrechtlichen Vorgaben erkennen.²⁶ Bisher wurde Art. 20a GG nur als Staatszielbestimmung verstanden. Durch den Beschluss des BVerfG vom 24. März 2021 wird klargestellt, dass die Verletzung von Freiheitsgrundrechten bevorstehen, wenn die Minderungspfade für die Treibhausemissionen bis 2031 im Klimaschutzgesetz nicht erhöht werden.²⁷

Durch den Beschluss des BVerfG wird ein neuer Pflichtenkatalog aus Art. 20 a GG abgeleitet um vorausschauend CO₂ zu reduzieren und die Herstellung der Klimaneutralität voranzutreiben. Das relative Gewicht des Klimaschutzgebots nimmt damit bei voranschreitendem Klimawandel weiter zu. Art. 20a GG wird durch den Beschluss damit zur Grundrechtschranke erhoben.²⁸ Diese neue Gewichtung der CO₂ Reduzierung muss in den Kontext der Privilegierung der Freiflächenphotovoltaik gesetzt werden.

Um die Klimaneutralität in Deutschland in den vorgegebenen Ausbaupfaden zu erreichen und die Geschwindigkeit des Ausbaus der erneuerbaren Energien zu verdreifachen²⁹, müssen neben Photovoltaikanlagen auf Dächern, auch Freiflächenphotovoltaikanlagen installiert werden. Die einfachste Verfahrensbeschleunigung auf Seiten des Bundesgesetzgebers wäre die Öffnung des Außenbereichs für die Freiflächenphotovoltaik.

²⁴ Andreas Tietz, Thünen Working Paper 93, Inanspruchnahme von Landwirtschaftsfläche durch Freiflächen-Photovoltaik-Anlagen im Jahr 2017, S. 2.

²⁵ Andreas Tietz, Thünen Working Paper 93, Inanspruchnahme von Landwirtschaftsfläche durch Freiflächen-Photovoltaik-Anlagen im Jahr 2017, S. 2.

²⁶ BVerfG, Beschluss des Ersten Senats vom 24. März 2021, 1 BvR 2656/18; 1 BvR 78/20; 1 BvR 96/20; 1 BvR 288/20. Leitsatz Nr. 2: „Art. 20a GG verpflichtet den Staat zum Klimaschutz. Dies zielt auch auf die Herstellung von Klimaneutralität“.

²⁷ Schlacke, Klimaschutzrecht – ein Grundrecht auf intertemporale Freiheitssicherung, NVwZ 2021, 912, Rn.

²⁸ Faßbender, Der Klima-Beschluss des BVerfG – Inhalte, Folgen und offene Fragen, NJW 2021, 2085 Rn. 12.

²⁹ Aussage der Bundesregierung: „Wir verdreifachen die Geschwindigkeit beim Ausbau der erneuerbaren Energien“ <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/novellierung-des-eeg-gesetzes-2023972> (zuletzt abgerufen am 28.07.2022).

4. Naturschutzrechtliche Privilegierung

Im nachfolgenden Abschnitt soll auf die naturschutzrechtlichen Bestimmungen hinsichtlich der Anforderungen aus dem § 13 ff. BNatSchG eingegangen werden. Diese Anforderungen fließen in der Praxis in den meisten Fällen im Rahmen der Bauleitplanung in den Bebauungsplan ein, können aber auch separat bei Genehmigungserteilung geprüft werden, wenn kein Bebauungsplan aufgestellt werden muss, sei es aufgrund einer Privilegierung im Außenbereich oder der Verortung der Fläche im Innenbereich gemäß der §§ 34 oder 35 BauGB, diese Aufgabenverteilung wird in § 18 BNatSchG geregelt.³⁰

Eingegangen werden soll auf die einzelnen Bestimmungen im BNatSchG und im zweiten Schritt auf die konkrete Bedeutung für Freiflächenanlagen und andere erneuerbare Energien und vor allem die Biomasseerzeugung für die Biomasseanlagen.

Freiflächenanlagen sind im Außenbereich lediglich auf einer Fläche längs von Autobahnen oder zweispurigen Schienenwegen in einer Entfernung von 200 Metern, gemessen vom äußeren Rand privilegiert.

Im Außenbereich sind Agri-Photovoltaik Anlagen im Außenbereich nur dann privilegiert, wenn die Anlage in einem räumlich-funktionalen Zusammenhang mit einem landwirtschaftlichen Betrieb steht, die Grundfläche der Anlage keine 25.000 qm überschreitet und je landwirtschaftlichem Betrieb nur eine Anlage realisiert wird.³¹

Eine Erweiterung der Privilegierung für Freiflächenphotovoltaikanlagen ist rechtlich geboten und sollte befristet, solange die Treibhausgasneutralität im Energiesektor noch nicht hergestellt worden ist, in § 35 Abs. 1 BauGB eingefügt werden.

Für die Erweiterung des Landwirtschaftsprivilegs auf die Errichtung und den Betrieb einer Freiflächenphotovoltaikanlagen besteht jedoch kein rechtlicher Anknüpfungspunkt, sodass es im Rahmen der gleichheitsrechtlichen Prüfung bereits am vergleichbaren Sachverhalt fehlt.

5. Zwischenergebnis

Im rechtlichen Gutachten wurde herausgearbeitet, dass die Biogasanlagen eine Privilegierung im Außenbereich und die landwirtschaftliche Bewirtschaftung eine Privilegierung im Rahmen der naturschutzrechtlichen Eingriffsdefinition besitzen, die nicht den baulichen Anlagen zugeordnet ist, sondern der Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Flächen.

Diese Privilegierungen sind für Freiflächenphotovoltaikanlagen derzeit nicht verfügbar. In bauplanungsrechtlichen Belangen stellt diese Ungleichbehandlung im Außenbereich eine nicht zu rechtfertigende Diskriminierung der Freiflächenphotovoltaikanlagen dar.

³⁰ Wagegg/Trumpp, Freiflächen-Solaranlagen und Naturschutz, NuR (2015) 37, S. 817.

³¹ Diese Erweiterung der Privilegierung hat sich erst nach Fertigstellung des rechtlichen Gutachtens ergeben, daher wurde diese Erweiterung nur im Zwischenfazit aufgegriffen.

Handlungsoption aus bauplanungsrechtlicher Perspektive wäre die Öffnung des Außenbereichs für Freiflächenphotovoltaikanlagen auf der einen Seite und aus naturschutzrechtlicher Sicht die Übertragung der Privilegierung/Sonderstellung der guten landwirtschaftlichen Praxis auf Freiflächenphotovoltaikanlagen. Anhand von Kriterienkatalogen ähnlich wie die Leitfäden und Kriterienkataloge ausgearbeitet vom NABU, vom KNE oder von der TH Bingen, könnten Kriterien festgelegt werden, die die Biodiversitätsförderung in Freiflächenphotovoltaikanlagen sicherstellen. Dazu gehören beispielsweise schon sehr einfache Maßnahmen wie ein größerer Reihenabstand, als bei konventionellen Freiflächenphotovoltaik-Anlagen.

II. Ergebnisse der betriebswirtschaftlichen Analyse

Trotz der anhaltend hohen Stromkosten seit des Ukrainekrieges ist die Abschaffung der EEG Vergütung für Erneuerbare Energien Anlagen derzeit laut des betriebswirtschaftlichen Gutachtens nicht sinnvoll. Die prognostizierten Stromgestehungskosten für Freiflächenanlagen des ersten Segments steigen voraussichtlich im nächsten Jahr aufgrund der anhaltenden Inflation und den gestiegenen Investitionskosten um 30%.

Die Anreize für die schnelle Transformation der Energieversorgung sind jedoch zu erhöhen, um die Treibhausgasminderungsziele schnellstmöglich zu erreichen.

Aufgrund des volatilen Strompreises ist eine Vergütungssicherheit im Rahmen des EEG damit derzeit zu erhalten, um den Projektierern und Investoren Planungssicherheit zu geben und die Kosten für die Finanzierung der Anlagen nicht unnötig in die Höhe zu treiben.

III. Ergebnisse der landschaftsökologischen Untersuchung

Nach bisher vorliegenden Untersuchungen kann davon ausgegangen werden, dass Fotovoltaik-Freiflächenanlagen sich in intensiv genutzten Agrarlandschaften positiv auf den Artenschutz auswirken. So kommt eine Studie der Agentur für erneuerbare Energien (Peschel, 2010) zu dem Schluss, dass bei der Nutzung von PV-Freiflächenanlagen auf ehemaligen Ackerflächen oder intensiv genutztem Grünland eine wesentliche Verbesserung der Artenvielfalt, des Boden- und Grundwasserschutzes (Nährstoffentzug, Nitrateintrag) erwartet werden kann. Seltene Pflanzen- und Vogelarten können gemäß der Studie von den geschaffenen „Ruhezonen“ deutlich profitieren.

Bei Projektstart vorliegende Untersuchungen konnten auch zeigen, dass die Struktur der Anlagen und die Vernetzung mit angrenzenden Lebensräumen einen großen Einfluss hat, wenn es darum geht die Artenvielfalt zu erhöhen (BNE, 2019). Für einige wertgebende Arten, die in Deutschland durch die intensive Landwirtschaft und Siedlungsstrukturen in ihrem Bestand gefährdet sind, könnten Solarparks günstige Lebensräume sein (Salje, P. 2015). Raab et al. (2015) stellten fest, dass insbesondere die Nähe zu Lieferbiotopen (möglichst unter 500 m) und das Alter der Anlagen einen starken Einfluss auf die Artenvielfalt hatten (BBZ, 2019). In anderen Untersuchungen erwies sich die Erhöhung der Abstände zwischen den Modul-Reihen als wirksame Maßnahme zur Steigerung der Artenvielfalt in FFA, - eine Aussage, die durch einen Trend zu eng gestellten Modulen relativiert wird (Walz, solarkomplex, pers. Information, 2021). Auch die Schaffung von Rohbodenflächen

innerhalb von Anlagen steigert die Artenvielfalt ist aber klar als zusätzliche Maßnahme im Sinne eines Landschaftspflegeplans einzustufen. Mahdregime können optimiert werden (möglichst nur 2 Schnitte pro Jahr) und haben bei Entnahme des Aufwuchses eine bessere Wirkung auf die Artenvielfalt als Mulchmaßnahmen mit Belassen der Biomasse und folglich ohne Abmagerungseffekt. Dies trifft vor allem zu, wenn Solaranlagen auf nährstoffreichen Ackerstandorten errichtet werden. In jedem Fall führt dies aber zu höheren Kosten, da die Abfuhr arbeits- und kostenintensiv ist, eine entsprechende Technik und Anlagenplanung voraussetzt (!) und weil Erträge und Futterqualitäten – zumindest in eng gestellten Pultanlagen nur mittelmäßig sind (siehe dazu auch vorläufige Ergebnisse in Modul 3). Sind die Anlagen vernetzt in ein System aus vorhanden Trittsteinbiotopen und Habitatstrukturen eingebunden wird ihr Beitrag zur Biodiversität gegenüber isoliert stehenden Anlagen gesteigert (Tröltzsch und Neuling, 2013).

Mittlerweile gibt es zur naturschutzfachlichen Ausgestaltung von Freiflächenanlagen schon zahlreiche Veröffentlichungen mit Richtlinien zum Bau und Handreichungen für die Berücksichtigung umweltrelevanter Fragen bei Planung und Bau dieser Anlagen (z.B. UM-BW 2019; NABU 2021).

Hoch aufgeständerte Solarmodule über landwirtschaftlichen Flächen (Agri-Fotovoltaik), wie sie beispielsweise in Heggelbach am Bodensee errichtet wurden (Abbildung 1) führen nicht zum Verlust von landwirtschaftlich genutzten Flächen, sondern können bei fortgesetzter landwirtschaftlicher Nutzung die Flächeneffizienz erhöhen. Im Projekt APV-RESOLA (ISE 2015-2021) wurden die Veränderungen des Mikroklimas (Licht, Feuchtigkeits- und Temperaturverteilung) unter den hochaufgeständerten Solarpaneelen auf den Ertrag der Feldfrüchte Kartoffel, Weizen, Klee gras und Sellerie untersucht. In trockenen Anbauperioden in der Sommerzeit ergeben sich durch die Beschattung des Bodens positive Effekte bzgl. des Bodenwasserhaushaltes. Einige Kulturen konnten von der Teilbeschattung profitieren, andere Kulturen brachten geringere Erträge. In wirtschaftlicher Hinsicht sind solche Anlagen unter aktuellen Bedingungen wegen der damit verbundenen Arbeiterschwernissen und Kosten aber nicht attraktiv genug.

Aussichtsreicher sind in dieser Hinsicht hoch aufgeständerte Solarmodule in Sonderkulturen (z. B. Himbeeranlagen, Obstspaliere), wo die Solarmodule anstelle des ohnehin anzubringenden Hagelschutzes als Überdachung von mäßig sonnenbedürftigen Kulturen dienen. Hier können Synergien genutzt werden und es gibt erste Anlagen auf denen vielversprechende Daten gesammelt werden (z.B. BayWa-Re, 2021).

Auch bifaziale, senkrecht aufgeständerte Module, die eine (mit Einschränkungen) weitgehend reguläre maschinelle landwirtschaftliche Bewirtschaftung und Nutzung in den Gassen erlauben sind in dieser Hinsicht als praxisnahe echte Agri-Fotovoltaikanlagen anzusehen und werden auch im Rahmen des laufenden Projekts am Beispiel einer großen Anlage bei Donaueschingen untersucht (Abbildung 1).



Abbildung 1: Beispiel von Agri-Fotovoltaikanlagen, die ein „reguläre“ ackerbauliche Nutzung auf der Fläche erlauben. Links eine hoch aufgeständerte Versuchsanlage in Heggelbach (Foto Fraunhofer ISE), rechts eine kommerzielle Anlage mit senkrecht stehenden bifazialen Modulen in Donaueschingen-Aasen (Foto Müller-Sämman).

Zu Beginn des Projektes wurde in Zusammenarbeit mit der Projektleitung und den Projektpartnern zunächst eine Urliste von in Frage kommenden und bereits bestehenden Freiflächensolaranlagen erstellt, die für landschaftsökologische und produktionstechnische Untersuchungen in Frage kommen. Von diesen ursprünglich 13 Anlagen konnten mehrere Anlagen wegen fehlender Vergleichsflächen im Umfeld oder wegen ihrer Lage auf Deponieflächen ausgeschlossen werden. Sechs Anlagen blieben in der näheren Auswahl und wurden bei mehreren Bereisungen mit den Projektpartnern Solarkomplex, Energiedienst und next2sun einer näheren Betrachtung unterzogen.

Am Ende dieses Auswahlprozesses, in dessen Rahmen auch die Landwirtschaftsbetriebe angefragt werden mussten, die angrenzende Flächen für Vergleichsuntersuchungen bereitstellen können, blieben vier Anlagen übrig, die sich für die Untersuchungen eigneten.

Anmerkung: An dieser Stelle muss darauf hingewiesen werden, dass die Untersuchungen nicht im Rahmen eines standardisierten Versuchsaufbaus stattfinden, sondern eine Zusammenschau von methodisch durchgeführten Fallstudien an vier repräsentativen Standorten in Baden wiedergeben. Die ausgewählten Freiflächensolaranlagen sind in der nachfolgenden Tabelle (S.24) aufgeführt.



Abbildung 2: Ansicht der Freiflächen Agri-Fotovoltaikanlage in Donaueschingen Aasen bei der Grünlandnutzung (August 2021) und Ansicht nach dem Pflügen am 30.10.2021 (Bild rechts: Martin Müller).

Zu allen vier Standorten wurden Textprotokolle mit Luftbilddaufnahmen und einer Beschreibung der Flächeneigenschaften, der Umgebungssituation, der Landnutzungsmuster in der Nachbarschaft, den Bewirtschaftern und Pflegebeauftragten und zum aktuellen Stand der Nutzungs- und Besitzsituation erstellt. Diese Protokolle wurden laufend aktualisiert und angepasst. Anlage 1 zeigt beispielhaft das Textprotokoll am Standort Döggingen.

Zusätzlich zum Textprotokoll existiert zu jedem Standort ein tabellarisches Protokoll mit Kenndaten und zu den erhobenen Daten und Probennahmeterminen.

Die Erhebungen wurden zu je 2 Terminen im Jahr 2021 und 2022 durchgeführt. 2021 war ein Versuchsjahr mit spätem Vegetationsbeginn, unterdurchschnittlichen Fröhsommer- und Sommertemperaturen und überdurchschnittlichen und periodisch in kurzen Abständen auftretenden Sommerniederschlägen (siehe Abbildung 2 in Berichtsteil Insektenmonitoring). Erst gegen Ende August beruhigte sich die Wetterlage und es folgte ein relativ trockener Herbst.

1. Ergebnisse 2021

Die Schnitttermine im Grünland waren 2021 wegen des kalten Frühjahrs etwa um zwei Wochen nach hinten verschoben und wegen des unsteten Wetters „lauerter“ die Bewirtschafter auf gutes Wetter, weshalb die vereinbarten Ankündigungen zum Schnitt oft sehr kurzfristig oder in einem Fall gar nicht erfolgten. Der zweite Probenschnitt im freien Grünland in Denkingen konnte deshalb nicht mehr wie geplant erfolgen und die Biomasse wurde anhand des Vergleichs aus der ersten Erhebung relativ zum Aufwuchs in der Freiflächenanlage geschätzt.

Nach Abstimmung mit den Anlagenbetreibern bzw. mit den Dienstleistern, die mit den Pflegearbeiten in den Anlagen betraut sind – und mit den Landwirten, die regulär genutzte Vergleichsflächen bei den Anlagen bewirtschaften, wurden Zeitfenster für die Probenschnitte bei den Anlagen festgelegt. Diese zeitaufwändige Abstimmung war notwendig, um zu verhindern, dass Flächen schon vor den Probenschnitten gemäht wurden. Auch sollte die Beprobung jeweils nahe an den Nutzungstermin gelegt werden. Dieser war wegen der unterschiedlichen Höhenlage der Orte nicht einheitlich.

Zum methodischen Vorgehen ist zu sagen, dass die Biomasseschnitte auf allen vier Standorten und in allen 8 Vergleichssituationen auf jeweils drei Flächen ($2 \times 5 \text{ m} = 10 \text{ m}^2$) mit drei Wiederholungen in jeder Versuchssituation durchgeführt wurden ($3 \times 10 = 30 \text{ m}^2$ repräsentative Grünland-Beprobungsfläche).

Direkt nach dem Schnitt wurde die gesamte Biomasse der Beprobungsfläche gewogen und eine repräsentative Teilprobe zur Trockenmassebestimmung entnommen und in einer Plastiktüte in einer Kühlbox gelagert. Danach wurden die Proben in einem Trockenschrank bei 100°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und der Ertrag wurde rechnerisch anhand der Biomasse und des Trockenmassegehalts für die Beprobungsfläche bestimmt und dann auf den Ertrag in Tonnen Trockensubstanz pro Hektar (t TS/ha) umgerechnet.



Abbildung 3: Probenschnitt in der Freiflächenanlage in Denkingen. Schnittflächen 2*5 m (10 m²) mit drei Wiederholungen je Behandlung. Die Schnitte erfassten die ganze Gassenbreite reichten bis unter die aufgestellten Paneele.



Abbildung 4: Probenschnitt in einer Wiederholung zur Bestimmung des Biomasseaufwuchses auf der Grünland Vergleichsfläche in Denkingen 2021.



Abbildung 5: Voll mechanisierter Grünlandschnitt mit Heubergung in der Anlage mit senkrecht stehenden bifazialen Solarmodulen in Donaueschingen Aasen, 2021 (Foto Müller-Sämann).

a. Ertragsmessungen

In der nachfolgenden Abbildung sind die Biomasseerträge von 2021 dargestellt, wie sie bei den zwei ersten Beprobungen der Flächen 2021 innerhalb der Freiflächenanlagen und auf angrenzenden Grünlandvergleichsflächen mit regulärer landwirtschaftlicher Nutzung gemessen wurden.

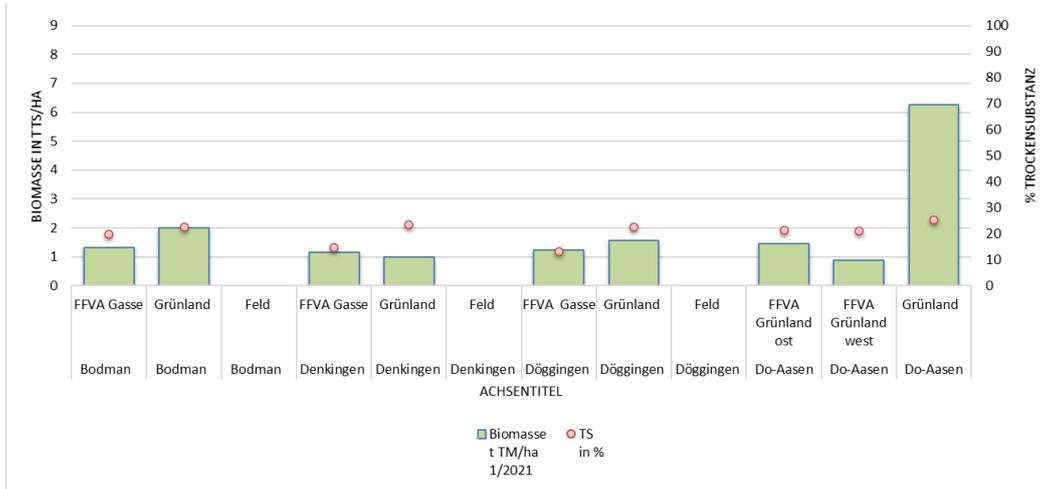


Abbildung 6: Biomasseaufwüchse (t/ha) und Trockenmassegehalte (rote Punkte) in den Freiflächenanlagen (FFVA Gasse) und auf den angrenzenden Grünland-Referenzflächen (Grünland) beim ersten Schnitt Mai/Juni 2021.

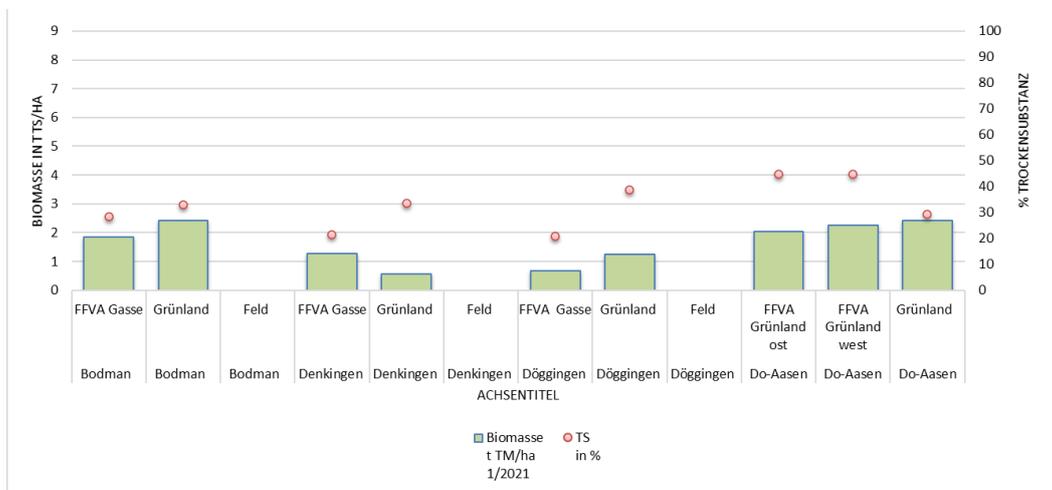


Abbildung 7: Biomasseaufwüchse (t/ha) und Trockenmassegehalte (rote Punkte) in den Freiflächenanlagen (FFVA Gasse) und auf den angrenzenden Grünland-Referenzflächen (Grünland) beim zweiten Schnitt im August 2021.

In der zusammenfassenden Darstellung zu den Biomasseaufwüchsen von Grünland bei Ernten im Mai/Juni und im August 2021 sind die Erträge in der Anlage Donaueschingen Aasen getrennt für die Parzellen östlich und westlich der Solarmodule dargestellt. Es handelt sich hierbei um eine Agri-Fotovoltaikanlage, auf der die landwirtschaftliche Nutzung durch die aufrechte Stellung der bifazialen Module erleichtert und ermöglicht wird (siehe Abbildung 5, oben).

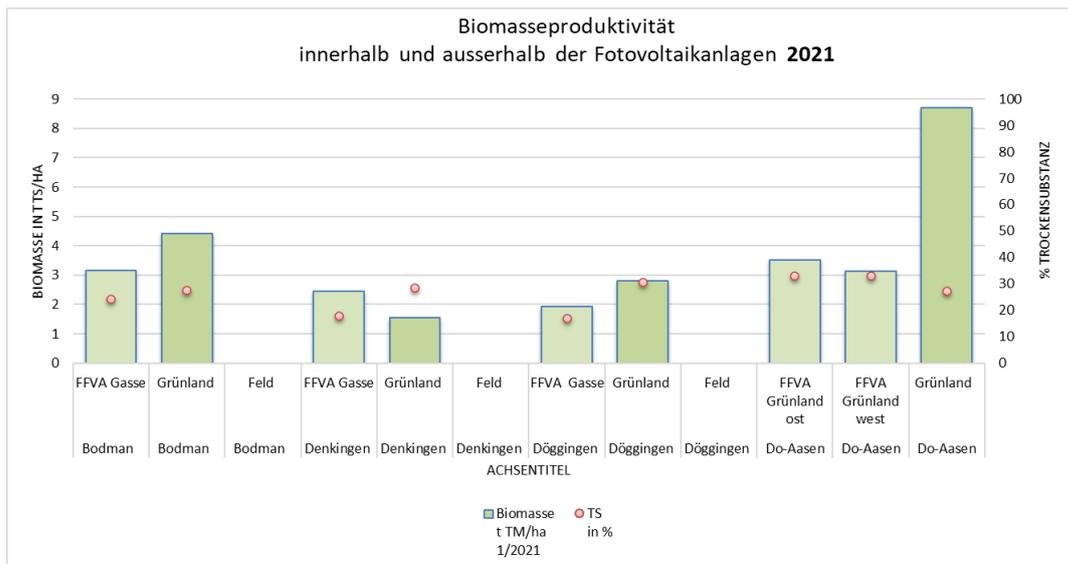


Abbildung 8: Jährliche Biomasseaufwüchse (t/ha) und Trockenmassegehalte (rote Punkte) in den Freiflächenanlagen (FFVA Gasse) und auf den angrenzenden Grünland-Referenzflächen (Grünland) 2021.

b. Anmerkungen zu den Ertragsangaben/ Messergebnissen 2021

Der Biomassertrag Grünland des zweiten Aufwuchses in Denkingen wurde für den August abgeschätzt aus dem 2. Schnitt in der Anlage und dem Ertragsverhältnis von Anlage zum Referenzsystem beim ersten Schnitt.

In Donaueschingen- Aasen wurde der Aufwuchs in der Anlage (schon jahrelang extensiv zweischnittig genutzt) mit dem Aufwuchs auf einem mittelintensiv genutzten und gedüngten Grünlandbestand in der Nachbarschaft verglichen. Dadurch ergaben sich management- und bodenbedingt von vornherein große Unterschiede, die nicht auf die Verschattung durch die bifazialen Module in dieser Anlage zurückgeführt werden können. Es handelt sich also nicht um einen exakten Vergleichsversuch, sondern um eine Fallstudie bei der regulär bewirtschaftetes Grünland mit extensivem Grünland in der Agri-PV Anlage verglichen wurde.

Zur Einordnung des Ertragsniveaus kann am ehesten die ebenfalls extensiv mit zwei Schnitten und Abfuhr genutzte Fläche in Bodman herangezogen werden, wo aufgeständerte Module das Szenario bilden, und wo der Boden (sehr humusreicher anmooriger Boden) allerdings mehr Nährstoffe nachliefern kann.

Zieht man diesen Vergleich heran, dann ergeben sich - trotz des schlechteren Bodens und der deutlich kühleren Standortbedingungen in Aasen beim Vergleich der Freiflächenanlagen Ertragsvorteile für die bifaziale Anlage gegenüber aufgeständerten Anlagen mit Gassen.

Die offene Grünlandvergleichsfläche in Bodman wurde nach Demeter Richtlinien bewirtschaftete und auch regelmäßig mit Gülle gedüngt und auf mittlerer Intensitätsstufe mit zwei bis drei Schnitten pro Jahr genutzt.

Die Messergebnisse aus den Anlagen in Denkingen und Döggingen lassen sich nur schwer vergleichen, da hier nur gemulcht und nicht abgefahren wird, so dass sich auf den ehemaligen Ackerflächen, die nun mit den Modulen überbaut sind, ein sehr

nährstoffreiches Milieu eingestellt hat. Trotz dieser Tatsache bleiben die Biomasseaufwüchse auch in diesen Anlagen mit 3,4 m Gassenbreite (Denkingen) und 3,2 m Modulabstand (Döggingen) hinter den Erträgen des Magerrasens in der Anlage in Donaueschingen Aasen zurück. (Abbildung 8).

Es muss an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen werden, dass die Vergleiche keinem Versuchsdesign mit exakter Versuchsanstellung entstammen, sondern hier Fälle (case studies) an unterschiedlichen Standorten verglichen werden, aus denen nur in der Zusammenschau und unter Berücksichtigung der jeweiligen Flächeneigenschaften Rückschlüsse gezogen werden können.

2. Ergebnisse 2022

Die Ergebnisse der Biomasseerhebungen vom 18. Mai 2022 (Bodman und Denkingen) bzw. vom 31. Mai 2022 (Donaueschingen-Aasen und Döggingen) sind in der nachfolgenden Grafik zusammengestellt. Abweichend von der Betrachtung 2021, wo in Aasen eine westliche und östliche Position in der Anbaugasse zwischen den senkrecht stehenden Modulen unterschieden war, wurde im Jahr 2022 der Grünlandaufwuchs aus dem Randbereich der Freiflächenanlage beprobt, wo der Abstand zum letzten Modul schon über 5 m betrug, wo aber gleiche Boden- und Bewirtschaftungsbedingungen herrschten „Grünland-Anlagen-Rand“. Hierbei zeigte sich, dass der relative Ertragsabfall bei diesem realitätsnäheren Vergleich deutlich geringer ausfällt als beim Vergleich mit einer besser gedüngten regulären Nachbarfläche (siehe nähere Angaben zur Vergleichssituation beim Abschnitt Erbsenanbau 2022).

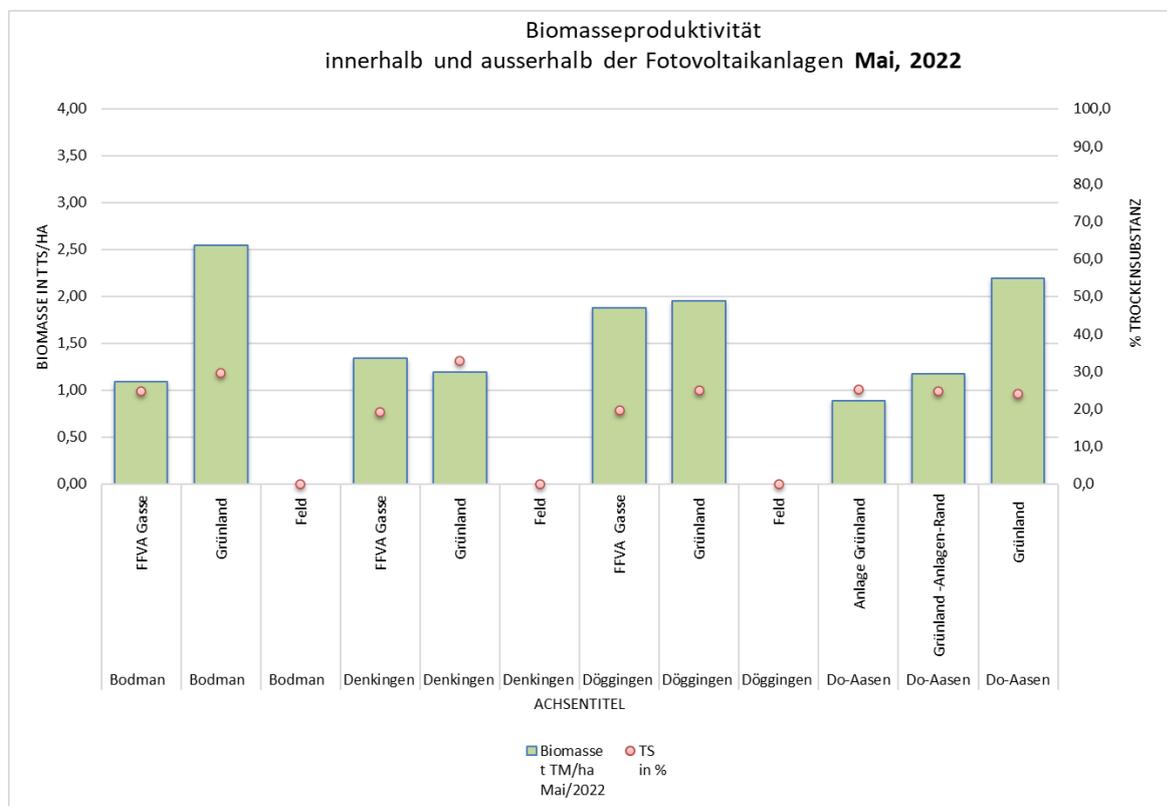


Abbildung 9: Biomasseaufwüchse (t TS/ha) und Trockenmassegehalte in % (rote Punkte) in den Freiflächensolaranlagen (FFVA Gasse) und auf den angrenzenden Grünland-Referenzflächen (Grünland) beim ersten Schnitt Mai 2022.

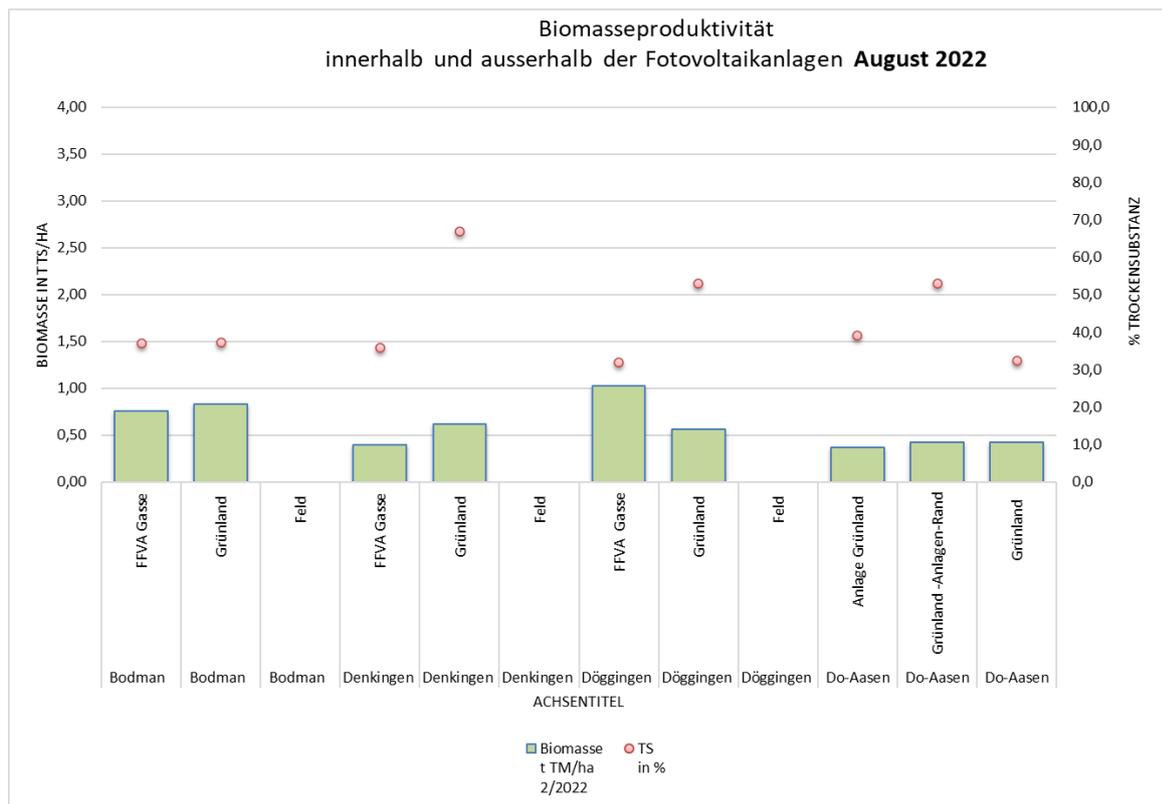


Abbildung 10: Biomasseaufwüchse (t TS/ha) und Trockenmassegehalte in % (rote Punkte) in den Freiflächensolaranlagen (FFVA Gasse) und auf den angrenzenden Grünland-Referenzflächen (Grünland) beim zweiten Schnitt August 2022.

Der Ertrag des zweiten Schnittes beim Grünland außerhalb der Anlage in Do-Aasen nach untypisch spätem 1. Heuschnitt mit überständigem Bestand führte zu geringeren Erträgen auf der Grünlandvergleichsfläche beim zweiten Beprobungstermin auf dieser Fläche (Ertragssäule ganz rechts in der Grafik). Ähnlich, wenn auch nicht so stark ausgeprägt zeigte sich das relative Ertragsverhalten in Bodman, wo der Aufwuchs nach wetterbedingt spätem erstem Schnitt ebenfalls noch jung war.

In der Zusammenschau der beiden Jahre in Abbildung 11 zeigt sich, dass die Trockenmasse-Aufwüchse beim Vergleich mit angrenzenden Magerstandorten (Denkingen, Döggingen, Randbereich DoAasen 2022) fast gleichwertig sind. Das Erntegut ist aber in der Regel als Folge der Teilbeschattung feuchter als bei Grüngut von offenen Grünlandflächen.

In Donaueschingen in der Agri-PV Anlage mit vertikaler Modulanordnung ist die Differenz, wenn man die gleichen Bodenbedingungen zugrunde legt (Beprobung – „Sonderfall Rand“ im südlichen Randbereich abseits der Panele) zwischen Biomasse mit und ohne PV-Panel deutlich geringer (-21 %) als beim Vergleich mit dem benachbarten regulär bewirtschafteten und gedüngten Grünland (Ertragsrückgang - 52 %). Der Vergleich mit der Anbausituationen im Randbereich der Anlage ohne PV-Module ist aber aussagekräftiger in Hinblick auf das relative Produktionspotenzial in der Agri-PV Anlage (siehe auch Ergebnisse des Erbsenanbaus 2022).

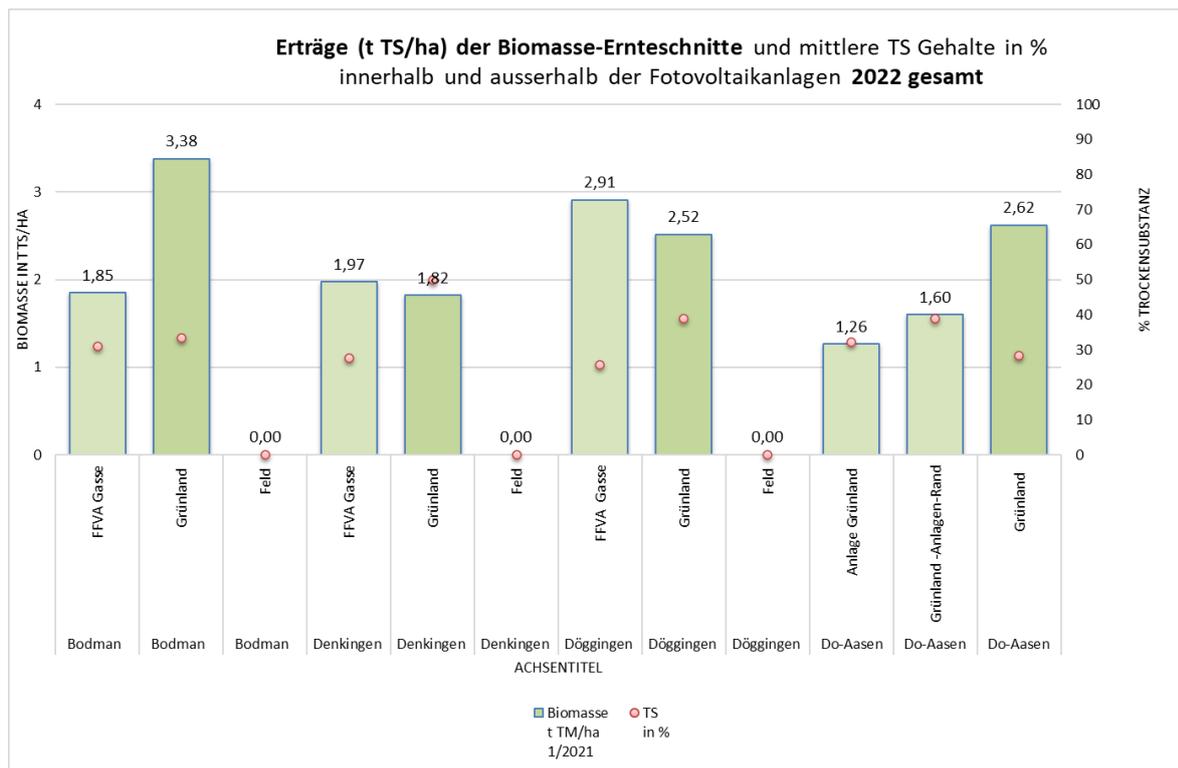


Abbildung 11: gesamter jährlicher Biomasseaufwuchs (t/ha) und Trockenmassegehalte (rote Punkte) in den Freiflächensolaranlagen (FFVA Gasse) und auf den angrenzenden Grünland-Referenzflächen (Grünland) bzw. im Randbereich der Anlage in Do-Aasen 2022.

In der nachfolgenden Tabelle 1 sind die Ergebnisse der Biomasseerhebungen noch einmal zusammenfassend dargestellt. In Abhängigkeit vom Niederschlagsregime, der Bewirtschaftung und der Nährstoffsituation variieren die relativen Aufwuchsleistungen in den Anlagen erheblich. In 5 von 8 Fällen liegen die Grünlanderträge bei 38-77 % der Erträge des offenen Grünlands.

In 3 von 8 Fällen übertrifft der Biomasseaufwuchs in den Anlagen den des angrenzenden Grünlands (Behandlung *nur Mulchen auf ehemaligem Ackerland* versus extensiv genutztes Grünland). In der Agri-PV Anlage in Donaueschingen Aasen lag der Relativertrag beim Vergleich mit der Randlage mit gleicher Bewirtschaftung im Jahr 2022 bei 79 %.

Relative Biomasseaufwüchse (t TS/ha) in- und in ausserhalb der Freiflächen- Fotovoltaikanlagen in den Jahren 2021 und 2022					
Anlage	Jahr	Biomasseaufwuchs in Gassen	Biomasseaufwuchs angrenzendes Grünland	Relativer Aufwuchs in Anlagen in %	Sonderfall Rand Donaueschingen
Bodman	2021	3,17	4,43	72	
	2022	1,85	3,38	55	
Denkingen	2021	2,44	1,56	156	
	2022	1,97	1,82	108	
Döggingen	2021	1,93	2,8	69	
	2022	2,91	2,52	115	
Donaueschingen	2021	3,32	8,69	38	
	2022	1,26	2,62	48	79

3. Vergleich ackerbaulicher Nutzung in der Fotovoltaikanlagen und auf angrenzenden Acker-Vergleichsflächen mit Felderbsen 2022

Entgegen den Annahmen bei der Planung dieses Projekts stellte sich bei Projektbeginn schnell heraus, dass bei den existierenden Pultanlagen in Döggingen, Denkingen und Bodman eine ackerbauliche Nutzung aus Sicht der Anlagenbetreiber und der Betreuer der Anlagen weder sinnvoll noch technisch befriedigend umsetzbar ist. Diese Versuchsvariante wurde deshalb nach Rücksprache mit Landwirten und anderen Projektbeteiligten als theoretische Option in den eng stehenden Pultanlagen verworfen. Lediglich am Standort Donaueschingen in der *AGRI-Freiflächen-PV-Anlage* mit senkrecht aufgeständerten Modulen bot sich der Anbau an und wurde deshalb hier weiterverfolgt. Da die Anlage auf einer ehemaligen Grünlandfläche errichtet wurde, war für eine ackerbauliche Nutzung zunächst ein Umbruch des Grünlandes notwendig. Die Befreiung vom Bebauungsplan für einen Umbruch in drei Gassen der Anlage für Versuchszwecke (Gassenbreiten jeweils 10 m) musste in einem langwierigen Verfahren erstritten werden. Konsultiert wurden das Landwirtschafts- und Naturschutzamt und die Kommune für die Befreiung des Bebauungsplans. Dieser Prozess zog sich bis in den Frühsommer, so dass eine Realisierung der ackerbaulichen Nutzung im Jahr 2021 in Donaueschingen-Aasen nicht mehr zustande kam.

Am 29. Oktober 2021 wurde in enger Abstimmung mit dem Maschinenring Schwarzwald-Baar-Kreis und dem örtlichen Landwirt schließlich gepflügt. Hierbei kam ein GPS gestütztes Spurleitsystem zum Einsatz, da es eine hohe Präzision erforderte, ohne Beschädigung der Module mit den schweren Maschinen in der Anlage arbeiten zu können (Abstand der Pflugsohle auf beiden Seiten genau 1 m). Im Ergebnis standen damit drei Gassen von 10 m (ca. 1,3 ha) mit 8 m Feldbreite zwischen den Modulen für ackerbauliche Vergleichsversuche zur Verfügung (Abbildung 11).



Abbildung 11: Pflugeinsatz in der Agri-Photovoltaikanlage in Donaueschingen-Aasen am 29. Oktober 2021 (Fotos M. Müller).

Auf der Umbruchfläche, die sich über Winter setzen konnte und Zeit für ein teilweises Verrotten der alten Grasnarbe bot, wurden nach einmaligem Eggen im März dann am 22.04.2022 Erbsen eingesät. Parallel dazu erfolgte die Aussaat auf einem benachbarten Vergleichsschlag des Landwirts ohne Solarmodule.

a. Ergebnisse des Erbsenanbaus in der Agri-PV Anlage in Do-Aasen 2022

Der Anbau der Erbsen zur Körnergewinnung erfolgte nach einem Umbruch des Dauergrünlands im Oktober 2021 und mit Aussaat der Erbsen mit Kreiseleggendrille am 22. April 2022. Zuvor war nach vorausgehender Bodenanalyse eine bedarfsorientierte Grunddüngung mit Phosphat, Kalium und Schwefel erfolgt. Nach der Saat erfolgte ein Anwalzen und am 23. April 2022 die Anwendung eines Voraufbauherbizids zur Unkrautkontrolle. Diese Maßnahmen erfolgten nach guter fachlicher Praxis durch den mit dem Anbau betrauten Landwirt. Danach waren bis zur Ernte keine weiteren Pflegemaßnahmen mehr erforderlich. Eine Zusatzbewässerung der Versuchsfelder kam nicht zum Einsatz.

Die Beschreibung der Pflanzenentwicklung von der Keimung bis zur Reife (phänologische Entwicklungsstadien) erfolgte im Versuch mit Bonituren nach einem standardisierten Zahlenschlüssel (BBCH Skala) von 0-90, wobei 0 die Saat und 89 die Vollreife markieren. Die Bonitur 11 markiert das Erscheinen des ersten Keimblatts der Pflanzen, 50 das Erscheinen der Blütenknospen, 69 das Ende der Blühphase und 70 -90 markieren die Fruchtentwicklung und das Abreifen der Erbsenschoten bis hin zum Vertrocknen der Pflanzen (Bundessortenamt, 2018).

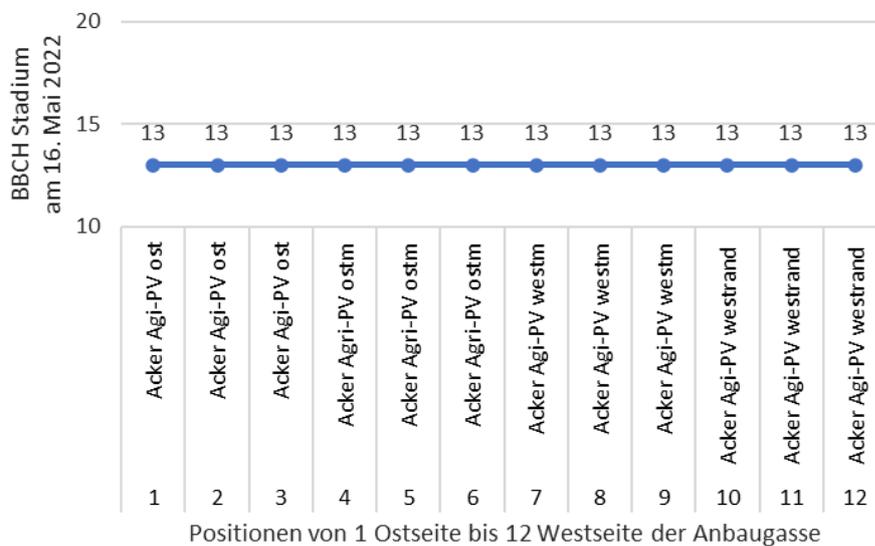


Abbildung 12: Phänologische Entwicklung der Felderbsen in der Anbaugasse zwischen den Panels in Donaueschingen-Aasen am 16. Mai 2022.

Bis zum 3-Blatt Stadium konnten bei der Bestandsentwicklung keine sichtbaren Unterschiede bei den Messstellen in der 8 m breiten Anbaugasse zwischen den Nord-Süd ausgerichteten, senkrecht angeordneten Modulen festgestellt werden. Im Zuge der weiteren Entwicklung traten ab der späten vegetativen Entwicklungsphase innerhalb der Anbaugassen Unterschiede auf (siehe Grafik vom 14. Juni 2022). Dabei blieben die östlich, entlang der Module angeordneten Reihen in der Entwicklung zurück gegenüber den Pflanzen in der Gassenmitte und gegenüber den

Anbaureihen im westlichen Teil der Anbaugasse. Dieses asymmetrische Entwicklungsverhalten (siehe auch Ertragsergebnisse) ließ sich in der Folge bis hin zur Abreife der Bestände beobachten (Abbildung 16).



Abbildung 13: Ansicht des Erbsenanbauversuchs in der Agri-PV Anlage in Donaueschingen-Aasen nach dem Auflaufen der Erbsen, am 13. 5. nachmittags (oben, Schatten links) und am 16.5. 2022 vormittags (unten, Schatten rechts).

Offensichtlich wirkte sich eine längere Beschattung am Morgen negativer auf die Entwicklung aus, als abendlicher Schatten im westlichen Teil der Anbaugasse (in der Grafik rechts). Mögliche Gründe könnten eine verzögerte morgendliche Bodenerwärmung sein und/oder eine effizientere Lichtwirkung am Tagesbeginn,

wenn die Pflanzen noch nicht unter Wasserstress stehen, was in den späten Mittags- und Abendstunden eher der Fall war. Aufgrund der Wettersituation in 2022 mit sehr trocknen, sonnreichen und überdurchschnittlich heißen Tagen im Juli und bis Mitte August erscheint das plausibel (Klimadiagramm 2022 in Anlage 3).

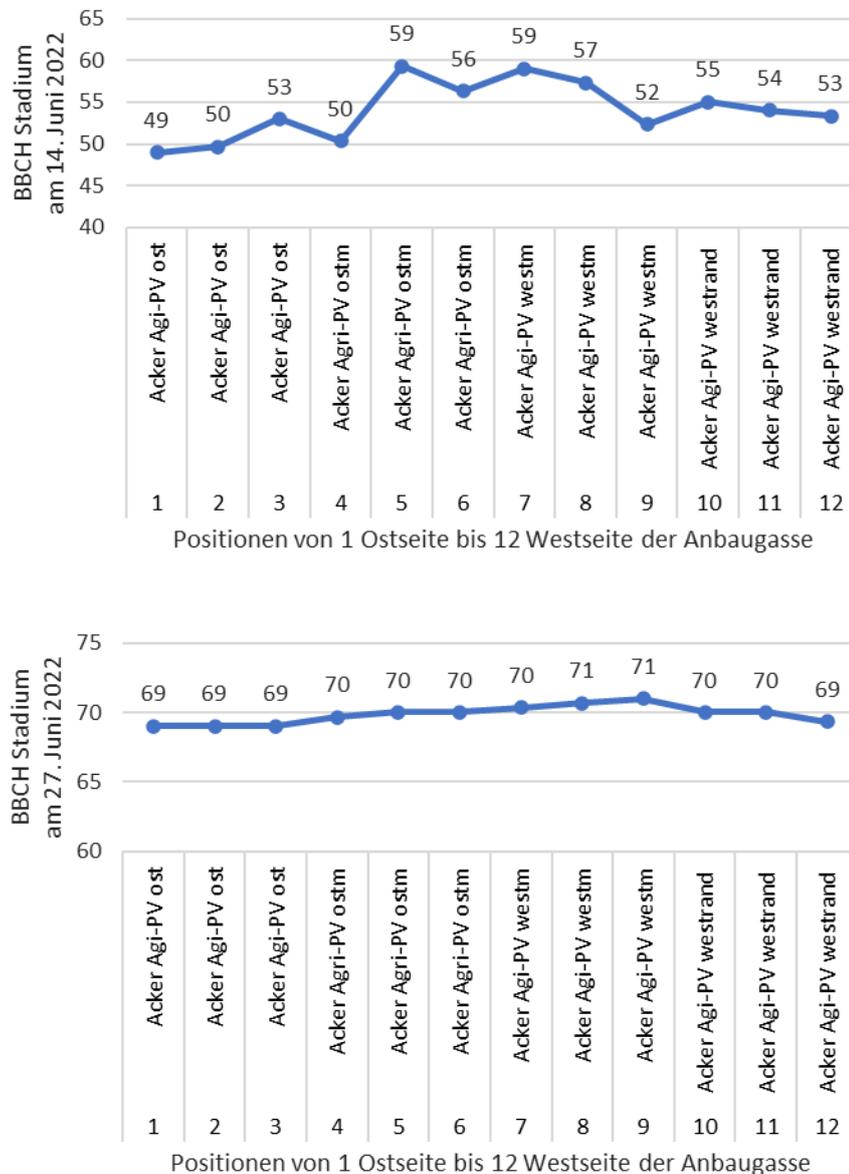


Abbildung 14: Verlauf der vegetativen Entwicklung der Erbsenpflanzen innerhalb der Anbaugasse bei Blühbeginn (oben) und bei der Kornreife (unten).

Krankheiten und Schädlinge zeigten sich in dem sonnigen und trockenen Sommer 2022 weder innerhalb noch außerhalb der Agri-PV Anlage. Das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen (Blattläuse vor Blühbeginn) war gering, nur vorübergehend und spielte keine Rolle für das Ertragsgeschehen.



Abbildung 15: Ansicht Erbsenanbau in Agri-PV Anlage (Modulabstand 10 m; Anbaugasse 8 m) in Donaueschingen-Aasen am 14.06.2022 (Blick von Süd nach Nord um 12:00 Uhr).



Abbildung 16: Verzögerte Abreife der Erbsen an östlicher Seite (rechts) gegenüber den Reihen in der Mitte und im westlichen Teil der Anbaugasse am 19.7.2022.

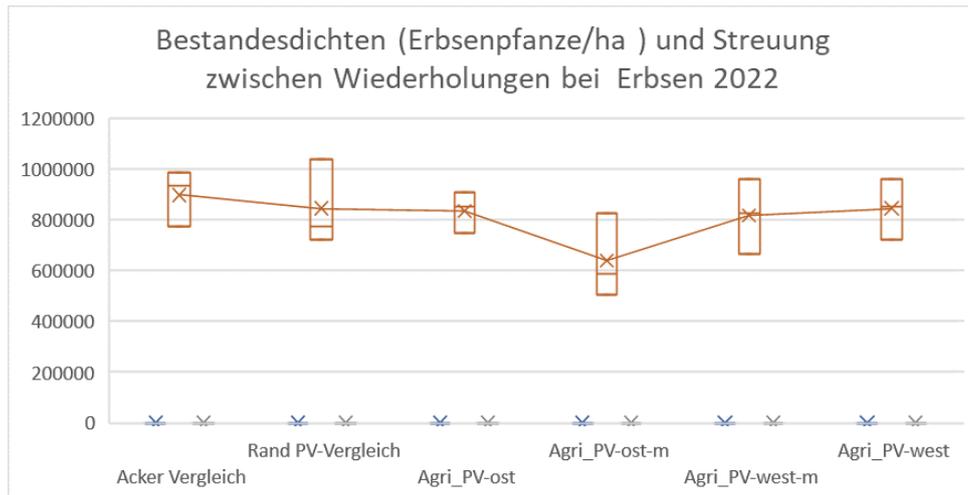


Abbildung 17: Bestandesdichten (X) in den drei Wiederholungen der einzelnen Gassenpositionen und die Streuung innerhalb der Wiederholungsmessungen.

Die Bestandesdichten lagen befriedigend und einheitlich zwischen 80-90.000 Pflanzen/ha mit Ausnahme der Situation in der halb östlich gelegenen Parzelle in der Agri-PV Anlage mit noch befriedigender Bestandsdichte (Versuchsplan Parzelle 16). Hier war der Aufgang bodenbedingt durch eine grobe Krümelstruktur nach Grünlandumbruch und Bodenbearbeitung, wegen vielen Kluten und wenig Feinboden geringer als in den restlichen Varianten.

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Ertragserhebungen bei den Erbsen dargestellt:

Verglichen wurden drei unterschiedliche Anbausituationen a) Agri-PV Anlage b) Randlage der Agri-PV Anlage und c) Erbsenanbau auf einem benachbarten, regulär bewirtschafteten Erbsenacker. Innerhalb der Anbaugasse zwischen den senkrecht angeordneten Solarmodulen wurden außerdem noch zusätzlich die vier Anbaupositionen 1. Ost, 2. Mitte-Ost, 3. Mitte-West und 4. West unterschieden (siehe Abbildung 18, Parzellen 15-18).

Bei der Ernte am 16.08.2022 wurden innerhalb der Anlage ebenfalls vier jeweils 2 m breite und 5 m lange Anbaustreifen entlang der Solarmodule unterschieden und getrennt mit drei Wiederholungen ausgewertet. Abbildung 21 zeigt die getrennten Erntehaufen für diese Positionen.

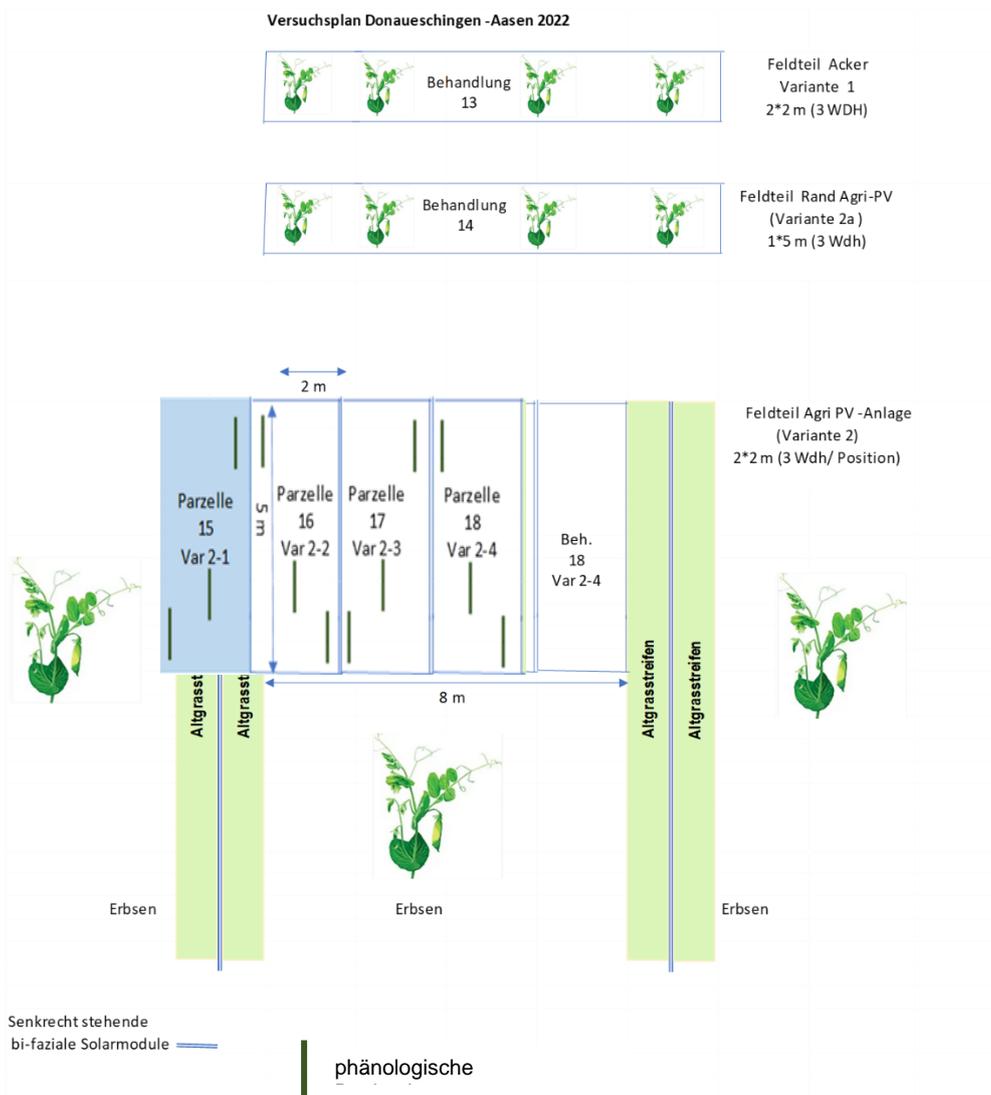


Abbildung 18: Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus in Donaueschingen 2022.



Abbildung 19: Randlage mit Vergleichsparzellen (Variante 14; rechte Bildhälfte) bei ähnlichem Boden wie in den Anbaugassen (links; Varianten 15-18) zwischen den Solarmodulen am 13.05.2022.



Abbildung 20: Ansicht des Anbauvergleichs Erbse auf einem benachbarten regulär bewirtschafteten Feld (Variante 13).



Abbildung 21: Ansicht der abschnittsweisen Ernte der Erbsen auf vier Positionen in der Anbaugasse.

Wie in der folgenden Grafik veranschaulicht, waren die Erbsenerträge mit knapp 3,9 t Trockenmasse (was in etwa 44 dt/ha Handelsertrag entspricht) auf dem regulär bewirtschafteten, benachbarten Feld mit besserem Boden am höchsten.

Demgegenüber erreichten die Erträge auf dem mageren, frisch umgebrochenen Wiesengrundstück auch im Randbereich der Anlage ohne Einfluss der Solarpaneele mit etwa 3 t Trockenmasse/ha nur etwa 77 % dieses Ertragsniveaus.

Für die relative Beurteilung des Ertragspotenzials innerhalb und außerhalb der Agri-PV Anlage kommt aufgrund ähnlicher Bodenverhältnisse der Vergleich der Erträge mit den drei Parzellen im Randbereich der realen Vergleichssituation näher (Variante 14). Zieht man diesen Vergleich heran, so zeigt sich, dass die Erbsenerträge innerhalb der Anlage mit durchschnittlich 2789 kg Trockenmasse nur um 4 % niedriger lagen als in den Randparzellen, wo im Mittel der drei Wiederholungen 2906 kg TM /ha geerntet wurde (Abbildung 22).

Interessant ist in diesem Zusammenhang, die Beobachtung, dass es auch hierbei – ähnlich wie bereits bei der Pflanzenentwicklung- innerhalb der Anbaugasse zu einer deutlichen Differenzierung des Ertrags gekommen ist. Während die östlich angrenzenden Parzellen (15) mit morgendlicher Beschattung direkt an den Modulen deutliche und die östlich bis mittig gelegenen Parzellen (16) leichte Ertragseinbußen zeigten, waren die Erträge ab der Gassenmitte bis zum westlichen Rand (Varianten 17, 18) gleich oder sogar leicht höher, wie auf den Randparzellen ohne Einwirkung der Module. Unter den 2022 vorherrschenden, sehr sommerlichen Bedingungen mit viel Sonnenschein und wenigen Wolkentagen (siehe Klimadiagramm in Anhang 3) konnten die Erbsen die morgendliche Einstrahlung offensichtlich besser nutzen, als den direkten Sonnenschein in den späten Nachmittagsstunden. Die Asymmetrie, die bereits bei der vegetativen Entwicklung beobachtet wurde, konnte auch bei der Ertragsbildung beobachtet werden. Hier kann vermutet werden, dass Wasserstress

und Hitze in den späten Mittagsstunden dazu führten, dass die Photosynthese im östlichen Teil der Anbaugasse gegenüber dem westlichen Teil der Anbaugasse beeinträchtigt war.

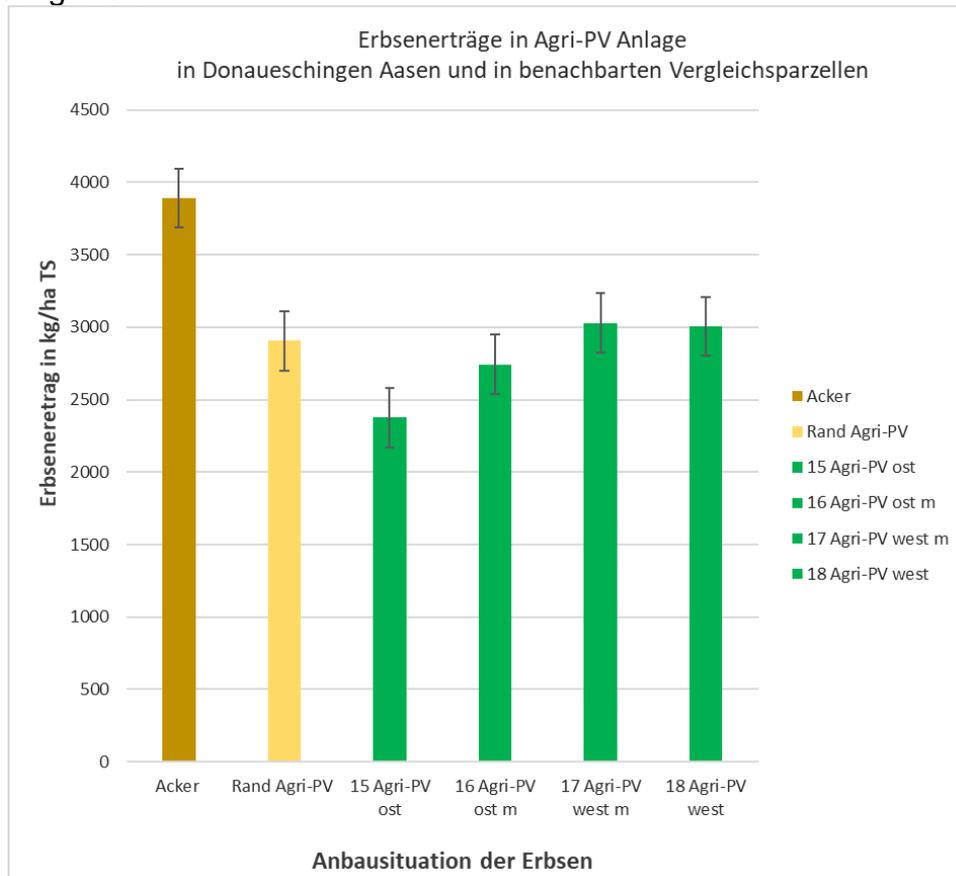


Abbildung 22: Erbsenerträge in Donaueschingen Aasen auf dem Vergleichs-Acker, in Randlage ohne Beschattung durch die Panele und an unterschiedlichen Positionen innerhalb der Anlage.

b. Fazit zum Erbsenanbauversuch in Agri-PV Anlage in Donaueschingen

Zusammenfassend lassen sich die Ergebnisse des Erbsenanbaus in der Gasse der Agri-PV Anlage als sehr erfolgreich einstufen, da es gegenüber den Randparzellen nur zu einem sehr geringen Ertragsrückgang von 4 % gegenüber der Situation in den Randparzellen kam. Bei Betrachtung der Gesamtfläche mit 20 % Flächenabzug für die Solarmodule konnte ein relativer Flächenertrag von 77 % erzielt werden (22,3 dt TM/ha Erbsenkörner versus 29,1 dt TM/ha).

Ob sich dieses insgesamt gute Ergebnis auch mit anderen, lichtbedürftigeren Kulturen bei weniger sonnenreichen Wetterbedingungen wiederholen lässt müssen zukünftige Untersuchungen zeigen. Eine Herausforderung, die in jedem Fall den Anbau zwischen den senkrecht angeordneten Modulen erschwert, ist die Mechanisierung der Arbeiten. Auch bei 1 m Abstand von den Modulständen war das Pflügen des Anbaustreifens eine Herausforderung und sollte nur mit GPS unterstützten Spurrassistenten erfolgen. Die Standardarbeitsbreiten der heute betriebsüblichen Geräte wie etwa Düngerstreuer, Pflanzenschutzspritzen und Mähdrescher passen in der Regel nicht zu den engen Gassen und mussten jeweils aufwändig angepasst werden, um die Feldarbeiten in den Gassen verrichten zu können. Dies muss bei der Planung von Agri-PV Anlagen berücksichtigt werden. Auch ist bei der Freiflächenanlagen darauf zu achten, dass am Anfang und Ende der

Fahrgassen ausreichend Abstand zur vorgeschriebenen Umzäunung eingehalten wird, so dass Maschinen oder Maschinen mit Anhängern problemlos wenden und manövrieren können.

4. Kurzcharakterisierung der vier Anlagenstandorte mit ihren Vergleichsflächen

Bodman Anlage

Sehr deutlich durch Einsaat dominierter, unausgereifter Grünlandbestand mit Entwicklungspotential sofern regelmäßige Mahd mit Abräumen gewährleistet wird. Im Unterstand der Panelen Stör-/Mulchzeiger (*Urtica dioica*, *Geranium pratense*, *Geum urbanum*) und vereinzelt Magerkeitszeiger. Vornutzung Acker

Biototyp (33.41) Fettwiese mittlerer Standorte (unausgereift, jung, angesät)

Bodmann Referenz

Sehr nährstoffreiche und produktive, vielschnittige biologisch bewirtschaftete Silagewiese mit Zufuhr organischer Dünger in Gülleform; auf feuchtem bis nassem Standort; krautarm, grasreich keine Magerkeitszeiger vorhanden. Seit längerem keine Bodentrocknung (fehlende Aussamung).

Biototyp (33.61) Intensivwiese als Dauergrünland

Denkingen Anlage

Spontanbegrünung auf ehemaligem Ackerstandort. lückiger Bestand (70-80%), nährstoffreich mit hohem Anteil Stör-/Mulchzeigern (*Anthriscus sylvestris*, *Geum urbanum*, *Stellaria media*, *Taraxacum officinalis*, *Urtica dioica*). Grünland Entwicklung bei regelmäßiger Mahd mit Abräumen möglich aber aufwendig und technisch eingeschränkt möglich.

Biototyp (35.63) Ausdauernde Ruderalflur auf frischen bis feuchten Standorten

Denkingen Referenz

Mageres aber wenig artenreiches Dauergrünland das überwiegend durch *Bromus erectus* dominiert wird. Möglicherweise durch Schafe (leider) unterbeweidet. Aufgrund von geringem Weidedruck (Schafe unregelmäßig und nur temporär) durch Gräser dominiert, da Kräuter bei sporadischer Beweidung ausselektiert wurden. Wenig Krautarten. Kein FFH-GL*) da zu artenarm.

Biototyp (33.51) mäßig artenreiche Magerweide

*) GL steht für Grünland

Döggingen Anlage

Spontanbegrünung auf ehemaligem Ackerstandort, lückiger Bestand (70-80%), nährstoffreich mit hohem Anteil Stör-/Mulchzeigern (*Cirsium arvense*, *Galium aparine*, *Taraxacum officinalis*, *Poa trivialis*, *Tripleurospermum perforatum*). GL Entwicklung bei regelmäßiger Mahd mit Abräumen möglich, -aber aufwändig und arbeitswirtschaftlich und technisch in dieser Anlage kaum umsetzbar.

Biototyp (35.63) Ausdauernde Ruderalflur auf frischen bis feuchten Standorten

Döggingen Referenz

Gut ausgebildetes, sehr arten- und struktureiches Dauergrünland. Typische Glatthaferwiese. Hoher Anteil Magerkeitszeiger. Hohe naturschutzfachliche Relevanz für Fauna (Insekten). FFH-Grünland Wertstufe A.

Biototyp (33.43) Magerwiese mittlerer Standorte

Donaueschingen Anlage

Die 1. und 3. Aufnahme (Wiederholungen der Beprobung) gut ausgebildetes Dauergrünland. Arten- und strukturreich mit hohem Anteil Magerkeitszeiger. Frischer bis feuchter Standort. FFH-Grünland. Die 2. Aufnahme (Wiederholung) mäßig artenreich, gestört (Anmerkung: war ehemals Ackerland)

Entwicklungspotential zu 1/3 möglich sofern Nutzungskonstanz.

Biotoptyp (33.43) Magerwiese mittlerer Standorte

Donaueschingen Referenz

Mäßig artenreiche Fettwiese. Geringer bis fehlender Anteil an Magerkeitszeigern. Nährstoffreich mit hoher Produktivität.

Biotoptyp (33.41) Fettwiese mittlerer Standorte

5. Vergleichende Darstellung der floristischen Aufnahmen in den Freiflächen **Fotovoltaikanlagen 2021**

In den Freiflächen-Fotovoltaikanlagen (FFVA) Bodman, Denkingen, Döggingen und Donaueschingen-Aasen sowie den jeweiligen Vergleichsflächen (Grünland/Wiese) wurde eine Aufnahme der Anzahl vorkommender Pflanzenarten und eine Schätzung der Exemplare und des Deckungsanteils je Pflanzenart durchgeführt (siehe obige Protokolle). Konkret wurden die genannten Parameter an jedem Standort in drei Wiederholungen erhoben. Die Erhebungen wurden nach Richtlinien des "Handbuch zur Erstellung von Management-Plänen für die Natura 2000-Gebiete in Baden-Württemberg. Version 1.3" und Anhang XIX (Version April 2018) durchgeführt (LUBW, 2014).

Nachfolgend sind die Ergebnisse der obigen Pflanzenaufnahmen von 2021 in Grafiken und nach dem Charakter ihres Vorkommens aufbereitet und dargestellt.

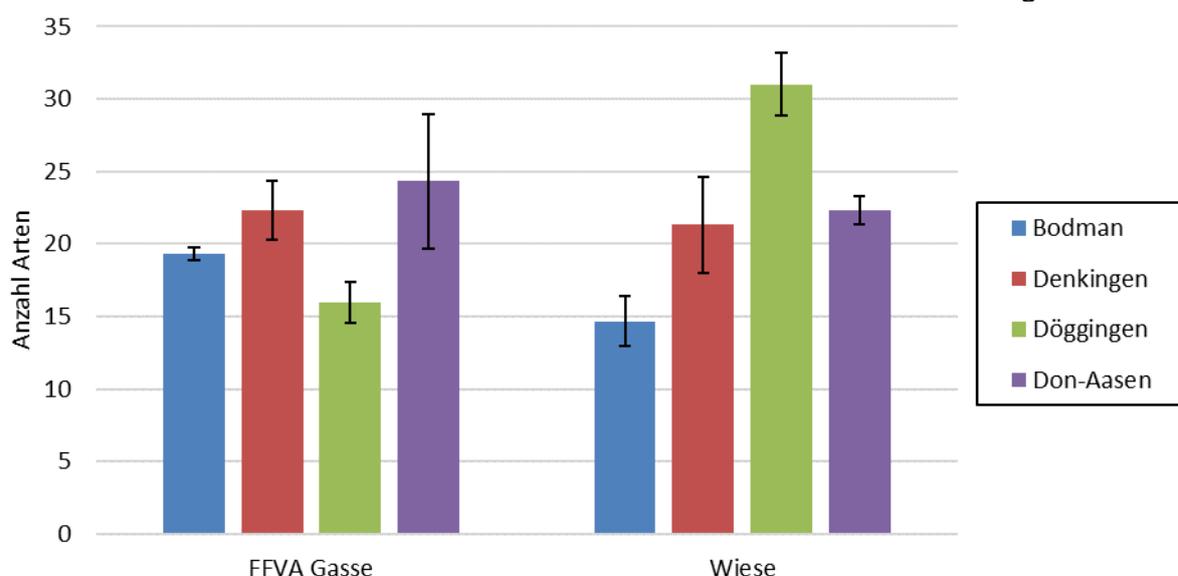


Abbildung 24: Anzahl vorkommender Pflanzenarten (Mittelwert \pm Standardabweichung) an den vier untersuchten Standorten, aufgeteilt nach Standorttyp Fotovoltaikanlage (FFVA Gasse) und Vergleichsfläche (Wiese).

Wie die vergleichende Darstellung zeigt, ist die botanische Vielfalt in drei von vier Vergleichen in der Freiflächenanlage höher als in den angrenzenden Grünland-Vergleichsflächen. Dies trifft auch für die, auf ehemaligen Ackerstandorten errichteten Anlagen in Denkingen und in Bodman zu und zeigt sich ausgeprägter in Bodman, wo der Aufwuchs schon viele Jahre abgefahren wird, während er in Denkingen und Döggingen als Mulch in den Anlagen verbleibt. In Donaueschingen-Aasen, einer noch jungen Anlage, die auf bestehendem, mageren Grünland errichtet wurde, sind die Diversitätswerte in etwa gleich hoch, der Trend geht bei regelmäßiger Abfuhr und zweischnittiger extensiver Nutzung in der Agri - Fotovoltaikanlage aber in Richtung erhöhter Diversität. In Döggingen zeigt sich eine deutlich höhere Biodiversität in der direkt angrenzenden und schon langjährig extensiv bewirtschafteten FFH Mähwiese. Das ist nicht verwunderlich, denn die angrenzende Fotovoltaikanlage wurde 2019 auf einem ehemaligen Acker errichtet und der Aufwuchs in der Anlage wird 2-3 mal im Jahr gemulcht und in der Anlage belassen.

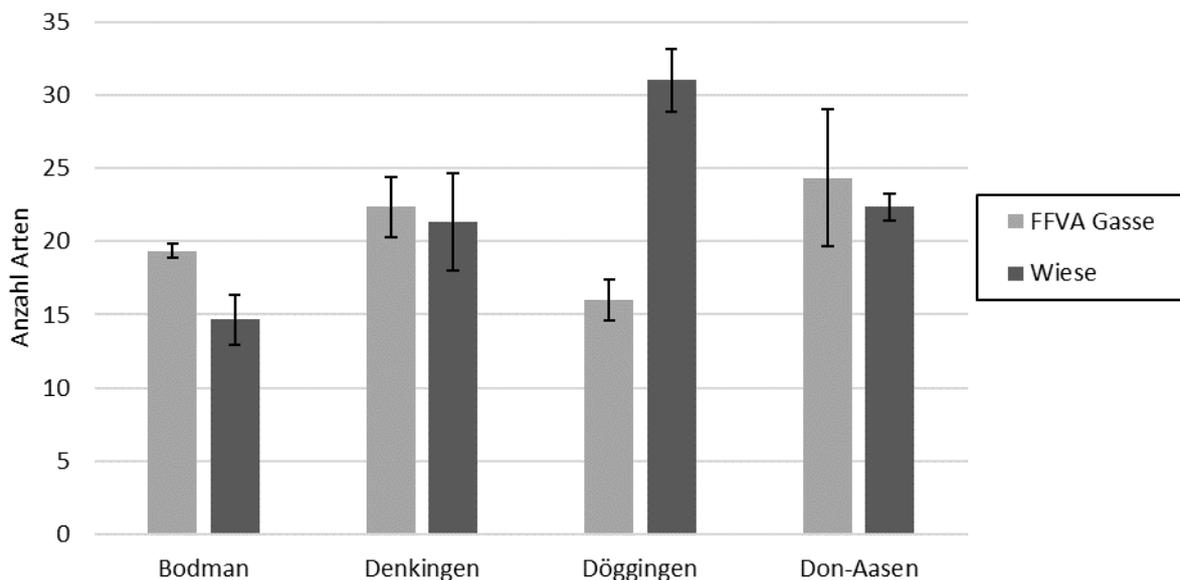


Abbildung 24a: Anzahl vorkommender Pflanzenarten (Mittelwert \pm Standardabweichung) an den zwei untersuchten Standorttypen Fotovoltaikanlage (FFVA Gasse) und Vergleichsfläche (Wiese), aufgeteilt nach Standorten.

In Abbildung 24 und Abbildung 24a ist die Anzahl der vorkommenden Pflanzenarten je nach Standort und Standorttyp aufgetragen. Dafür wurden die statistischen Kennwerte des Mittelwerts und der Standardabweichung aus den drei Wiederholungen berechnet, die an jedem Standort aufgenommen wurden. In Bodman, Denkingen und Donaueschingen-Aasen liegt die Anzahl der Pflanzenarten nah beieinander mit maximal 5 Arten mehr in der Fotovoltaikanlage. Dieser geringe Unterschied wird insbesondere in Denkingen und Donaueschingen-Aasen von der Streuung durch die Wiederholungen überlagert. Dagegen wurden in Döggingen im Schnitt 15 Arten mehr in der Vergleichsfläche außerhalb der Fotovoltaikanlage gefunden, was eindeutig auf die unterschiedliche Nutzungshistorie der Flächen und Unterschiede im Nährstoffstatus zurückgeführt werden kann.

Abbildung 25 zeigt eine weitergehende Aufteilung der vorkommenden Arten nach Gräsern und Kräutern. Hierbei ist zu erkennen, dass der Anteil der Grasarten an den

Standorten Bodman und Döggingen in der Vergleichsfläche höher ist als in der Fotovoltaikanlage, mit dem höchsten Anteil der Grasarten an der Gesamtartenzahl von 65% in der Vergleichswiese in Bodman, wo eine mittelintensive Nutzung (drei Schnitte pro Jahr) das Aussamen von Kräutern verhindert und auch regelmäßig organisch mit Gülle gedüngt wird. Dagegen ist der Anteil der Grasarten in Donaueschingen-Aasen in der regulär bewirtschafteten Wiese leicht herabgesetzt. In Denkingen liegt der Anteil der Grasarten mit 20% in der Anlage und der Referenzfläche aus unterschiedlichen Ursachen auf gleichem Niveau.

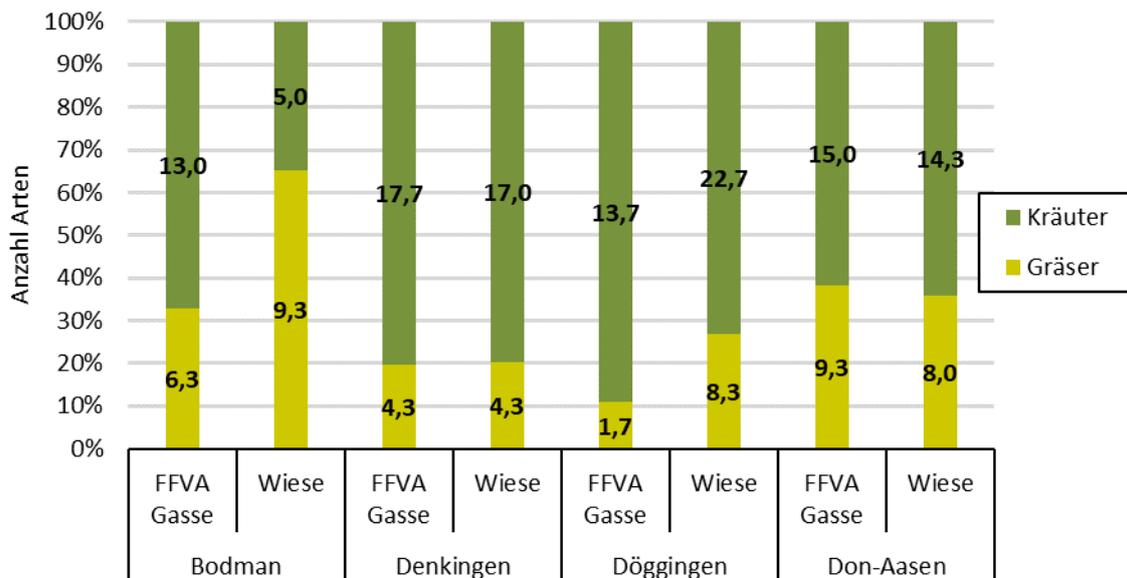


Abbildung 25: Artenverteilung in den untersuchten Flächen bei Aufteilung in Kräuter und Gräser.

In Abbildung 26 wurden für jeden Standort die Anzahl der erfassten Pflanzenarten aufsummiert. Anschließend wurden die Arten dem jeweiligen Fundort zugeteilt. Dabei wird ersichtlich, dass nur in Donaueschingen-Aasen der größte Anteil der Arten in der Anlage und der Referenzfläche gleichermaßen vorkommen (junge Anlage). In Bodman und Denkingen dagegen kommen die meisten dokumentierten Pflanzenarten ausschließlich in der Fotovoltaikanlage vor (45% und 38%). In Döggingen ist auch hier ein umgekehrter Trend erkennbar: Der Anteil der Arten, der nur in der Wiese außerhalb der Fotovoltaikanlage vorkommt, ist mit 58% am größten und nur 16% der Arten kommen in beiden Standortvarianten vor.

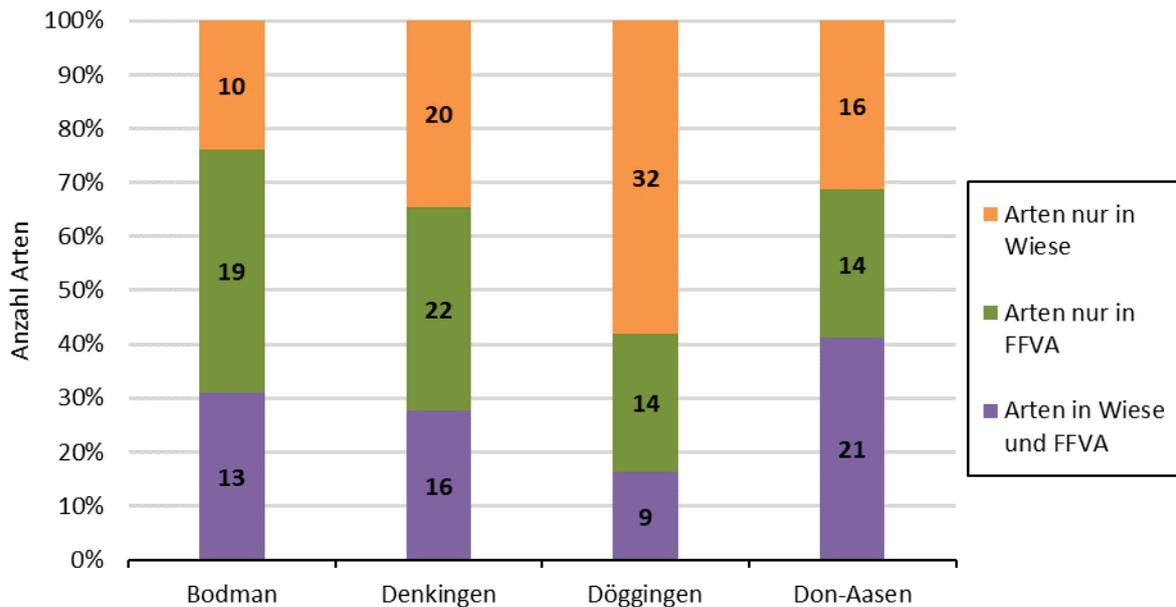


Abbildung 26: Vergleichende Darstellung der Zuteilung der Pflanzenarten zu dem jeweiligen Fundort.

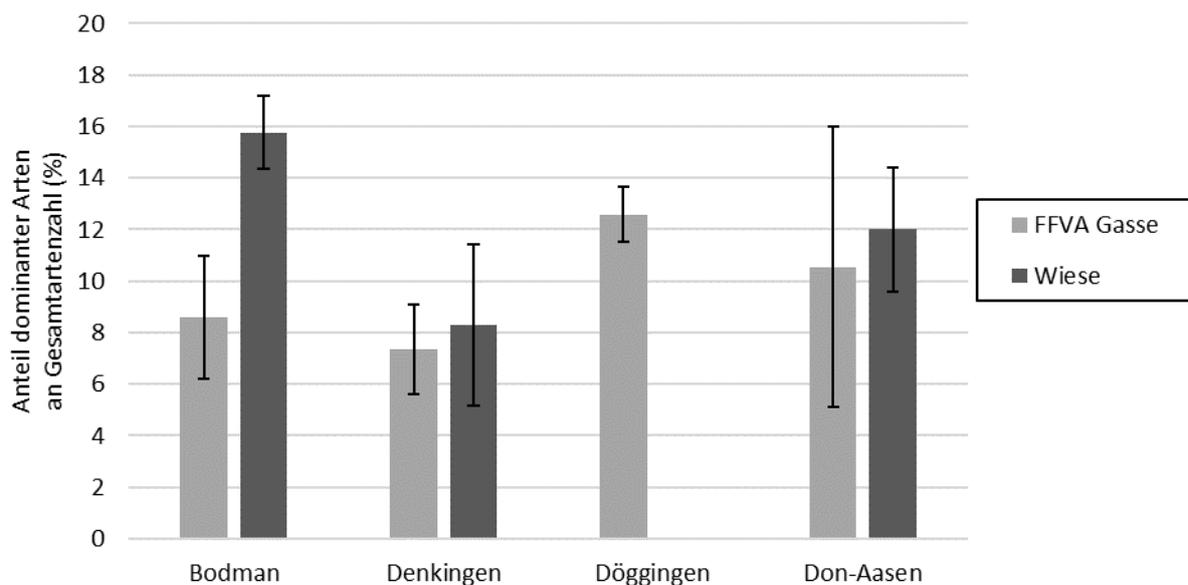


Abbildung 27: Anteil dominanter Arten (Deckungsanteil >25%) an der Gesamtzahl vorkommender Arten (Mittelwert \pm Standardabweichung) an den zwei untersuchten Standorttypen Freiflächenfotovoltaikanlage (FFVA Gasse) und Vergleichsfläche (Wiese), aufgeteilt nach Standorten.

Abbildung 27 zeigt eine Übersicht über den Anteil dominanter Arten (Deckungsanteil >25%) an der Anzahl der insgesamt vorkommenden Arten. Am Standort Do -Aasen wo die PV-Anlage auf ehemaligem magerem Grünland errichtet wurde, schwankt die Anzahl der dominanten Arten zwischen den drei Wiederholungen deutlich, was eine hohe Standardabweichung zur Folge hat. Dies ist auf die Erfassung einer vormaligen Ackerfläche im Bereich der Fotovoltaikanlagenfläche in Wiederholung 2 zurückzuführen.

Dessen ungeachtet ist ein Trend erkennbar, wonach in den Referenzflächen ein größerer Anteil der dokumentierten Pflanzenarten dominant ist, verglichen mit den

Pflanzenbeständen in den Fotovoltaikanlagen. Lediglich Döggingen stellt hierbei wiederum eine Ausnahme dar: Während in der Referenzfläche keine einzige aufgenommene Art dominant ist, liegt der Anteil der dominanten Arten in der Anlage bei 12,6%. Dies stellt darüber hinaus den höchsten Anteil dominanter Pflanzenarten unter den Fotovoltaik Standorten dar und ist eine Folge des vorangegangenen Ackerbaus und des hohen Nährstoffniveaus auf dieser Fläche.

6. Quellenangabe:

LUBW 2014. Handbuch zur Erstellung von Managementplänen für die Natura 2000-Gebiete in Baden-Württemberg. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe, Ver.1.3. <https://pd.lubw.de/69643>.

Wie der Vergleich der Erhebungen beider Jahre in nachfolgender Tabelle zeigt, konnten die Erhebungen im zweiten Versuchsjahr 2022 die Ergebnisse des ersten Versuchsjahrs im Wesentlichen bestätigen. Lediglich in Denkingen, wo ähnlich wie in Döggingen eine Anlagensituation auf ehemaligem (fettem) Ackerland mit einer angrenzenden mageren Wiese verglichen wird, verschoben sich die Werte auf der Wiese in Richtung höherer Artenvielfalt. Sie folgten damit dem Muster, das 2021 schon in Döggingen beobachtet wurde. Entgegen dem zu beobachtenden Trend zu mehr floristischer Biodiversität in den Anlagen -trifft dies nicht zu, wenn diese auf ehemaligem Ackerland errichtet werden und die Biomasse nur gemulcht und nicht abgefahren wird. Dann kann man auch in den Anlagen, - besonders beim Vergleich mit langjährig extensiv genutzten Grünlandflächen- eine deutlich geringere Artenzahl beobachten.

Die gegenüber dem Vorjahr positive Veränderung zu etwas mehr Artenvielfalt auf der Vergleichsfläche in Denkingen ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass in 2022 im zeitigen Frühjahr keine floristisch selektiv wirkende Kurzbeweidung mit Schafen stattgefunden hat.

Tabelle1: Übersicht zur Anzahl der bestimmten Pflanzenarten in Freiflächenfotovoltaik-Anlagen und angrenzenden Referenz-Grünlandflächen 2021 und 2022.

Ort	FFVA-Anlage			Referenzfläche			
Bodman 2021	20	19	19		17	16	13
2022	20	26	18		16	15	15
Denkingen 2021	23	20	25		19	19	26
2022	22	19	23		23	24	24
Do-Aasen 2021	27	18	19		23	21	23
2022	16	26	28		15	10	24
Döggingen 2021	15	15	18		30	34	29
2022	17	16	16		20	23	25

7. Fazit

Zusammengefasst ergibt sich beim Vergleich der Freiflächenanlagen mit benachbarten Ackerschlägen anhand von Insektenfängen mit Barber-Fallen ein uneinheitliches Bild. Spinnentieren und Käfer (vor allem Laufkäfer) konnten nach Arten und Individuen zahlreicher auf Feldern gefangen werden. Bei Tausendfüßern und Hautflüglern ergab sich ein eher indifferentes Bild, wobei die Individuenzahl bei den Hautflüglern in den Anlagen aber höher war. Die Freiflächen-PV Anlagen erwiesen sich nach den Fangzahlen auch als vorteilhaft für Asseln, Zikaden, Wanzen, Ohrenkneifer, Heuschrecken und Schnabelfliegen. Vertiefte Untersuchungen zu naturschutzfachlich relevanten Arten bei den Käfern, Spinnen und Hautflüglern könnten diese Ergebnisse sinnvoll ergänzen.

8. Tagfalter und Widderchen

a. Ergebnisse und Diskussion 2021

Die Gesamtergebnisse der August-Begehung 2021 sind in Tabelle 2 dieses Abschnitts dargestellt.

Auf den 8 Probeflächen (4 PV-Anlagen, 4 Grünland Referenzflächen) wurden insgesamt 19 Tagfalter- und Widderchen-Arten in 209 Individuen registriert.

Artenreichste Fläche mit 12 Arten war die PV-Anlage Denkingen, die höchste Gesamt-Individuenzahl wurde auf der PV-Anlage Mooshof gefunden.

Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass die Artenzahl allein kein hinreichendes Kriterium für eine Bewertung der Flächen ist. Wichtige Aspekte sind der Anteil an lokal oder regional seltenen oder rückläufigen Arten, Bedeutung der Flächen als Fortpflanzungsstätten der darauf angetroffenen Arten sowie die Individuenzahlen als Maß für deren Attraktivität als dauerhafter Lebensraum.

In allen Fällen mit Ausnahme der Anlage Döggingen waren die PV-Anlagen wesentlich arten- und individuenreicher als die zugehörigen, regulär genutzten Grünland- Referenzflächen.



Abbildung 47: Ansicht der Fotovoltaikanlage Mooshof nahe Wahlwies /Bodman am 11.06.2021.

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Begehungen für die einzelnen Fotovoltaikanlagen für 2021 wiedergegeben.

Die **PV-Anlage Mooshof** wies mit 110 Faltern die mit Abstand höchste Individuenzahl aller 8 beprobten Flächen auf. Dies ist primär auf ein sehr starkes Vorkommen des Großen Ochsenauges (*Maniola jurtina*), von dem 78 Falter registriert wurden, zurückzuführen. Des Weiteren schlägt der Hauhechelbläuling (*Polyommatus icarus*) mit 12 Faltern zu Buche. Bemerkenswert und für die Region wertgebend ist ein Vorkommen des Sechsfleck-Widderchens (*Zygaena filipendulae*), von welchem 4 Individuen registriert wurden.

Fazit: Die PV-Anlage Mooshof dient einer charakteristischen Schmetterlingsgemeinschaft extensiv genutzter Glatthaferwiesen als lokal bedeutsamer Lebensraum.

In der **Referenzfläche** war so gut wie keine Falteraktivität festzustellen. Bei den beiden registrierten Faltern (1 Kleiner Kohlweißling, 1 Großes Ochsenauge) handelt es sich vermutlich um dispergierende Individuen.

Auf der **PV-Anlage Denkingen** wurde mit 12 Arten in 2021 die höchste Artenzahl und mit 29 Individuen die zweithöchste Individuenzahl der 8 Probeflächen festgestellt. Es handelt sich um das „gängige“ Arteninventar des mittleren Grünlands (Glatthaferwiesen), mit Schachbrettfalter (*Melanargia galathea*), Großem Ochsenauge (*Maniola jurtina*), Kleinem Wiesenvögelchen (*Coenonympha pamphilus*), Hauhechelbläuling (*Polyommatus icarus*) als charakteristischen Arten. Sie alle traten in geringen Individuendichten auf, was jedoch auch dem jahreszeitlich späten Erfassungstermin Mitte August geschuldet sein kann.

Die **Referenzfläche** war zum Zeitpunkt der Erfassung frisch gemäht und falterfrei.

Die **PV-Anlage Döggingen** war mit 5 Arten die artenärmste Probefläche. Das Flächenpaar Döggingen ist das einzige, bei dem die Referenzfläche die arten- und individuenreichere Fläche war. Auf Letzterer konnten 8 Arten gefunden werden, darunter erwähnenswert: zwei Sechsfleck-Widderchen (*Zygaena filipendulae*), 7 Hauhechelbläulinge (*Polyommatus icarus*) und 5 Kleine Wiesenvögelchen (*Coenonympha pamphilus*). Es handelt sich bei der **Referenzfläche** um eine artenreiche magere typische Glatthaferwiese mit Übergängen zur trockenen Trespen-Glatthaferwiese.

Die **PV-Anlage Donaueschingen** mit senkrecht gestellten bifazialen Modulen war zum Zeitpunkt der Erfassung bereits gemäht, jedoch waren drei Streifen von jeweils 10 m Breite und ganzer Anlagenlänge) zwischen den Modulreihen für Erfassungszwecke von der Mahd ausgenommen worden. Mit 8 Arten war die Artenzahl identisch mit derjenigen der PV-Anlage Mooshof und der Referenzfläche der Anlage Döggingen. Neben den, auch auf den letztgenannten Probeflächen angetroffenen charakteristischen Magerwiesen-Arten konnte auf der Anlage Donaueschingen ein einstmals weit verbreiteter und häufiger, inzwischen aber stark rückläufiger Vertreter aus der Familie der Dickkopffalter als nur auf dieser PF vertretene Besonderheit nachgewiesen werden: Der Schwarzkolbige Braundickkopffalter (*Thymelicus lineola*). Dieser Schmetterling benötigt für eine erfolgreiche Reproduktion Altgrasstreifen, die in der Anlage Donaueschingen dadurch entstehen, dass die Streifen unterhalb der Modulreihenteilweise nicht gemäht werden. Auch in den Randbereichen traten Altgrasbestände auf.

Die **Referenzfläche** erwies sich als annähernd falterfrei; zwei angetroffene Kleine Füchse (*Aglais urticae*) müssen als blütenbesuchende Nahrungsgäste gewertet werden.

b. Fazit 2021

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass nach einer Begehungsrunde – zudem außerhalb der Tagfalter-Hauptsaison – noch keine validen und fachlich hinreichend abgesicherten Aussagen gemacht werden können. Es zeichnet sich jedoch bereits deutlich ab, dass die Photovoltaik-Anlagen bei fachgerechtem Management zumindest zu lokal bedeutsamen Habitaten für Tagfalter und Widderchen entwickelt werden können oder dass die Fotovoltaikanlagen diese Funktion bereits bis zu einem gewissen Grad erfüllen (unterschiedliches Alter und Vorgeschichte der Anlagen). Diese Beobachtung wird untermauert, wenn man das Artenauftreten (siehe Tabelle auf übernächster Seite) nach der Präsenz der Falter innerhalb und außerhalb der Freiflächen-Fotovoltaikanlagen aufteilt (Abbildung 48).

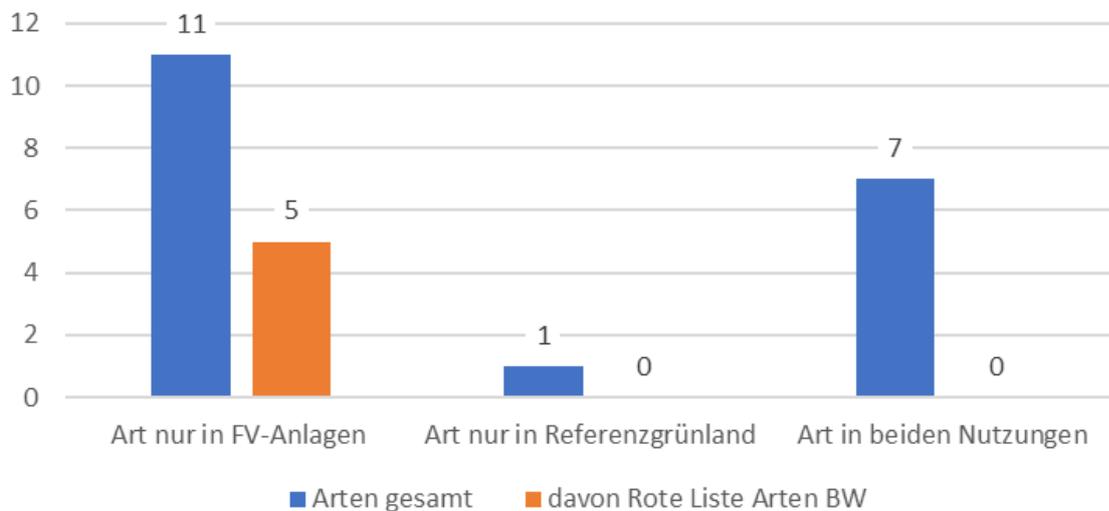


Abbildung 48: Auftreten der Falterarten in den Fotovoltaikanlagen und auf angrenzenden Grünland-Referenzflächen im August 2021.

c. Ergebnisse und Diskussion 2022

Bei den zwei Erhebungen 2022 wurden insgesamt 48 Schmetterlingsarten (28 Tagfalter- und Widderchen-, 20 tagaktive Nachtfalterarten) mit knapp 900 Individuen auf den vier Photovoltaikanlagen und den diesen jeweils zugeordneten Referenzflächen registriert.

Das sind mehr als doppelt so viele Arten wie 2021 und ist auf zwei Erhebungen im Frühling und Hochsommer und wohl auch auf die besseren Wetterverhältnisse in 2022 zurückzuführen, denn auch die Anzahl beobachteter Individuen war mit über 400 pro Termin mehr als doppelt so hoch wie 2021. Die artenreichste PV-Anlage war in 2022 Donaeschingen-Aasen mit 28 Arten (17 Tagfalter und Widderchen, 11 tagaktive Nachtfalter), die artenärmste wiederum Döggingen mit 17 Arten (14 Tf. u. Widd., 3 Nf.).

Die Referenzflächen, die „regulär“ genutztes Grünland repräsentieren, sind fast durchweg wesentlich artenärmer als die PV-Anlagen. Nur die Referenzfläche Döggingen macht hier eine Ausnahme, sie steht mit 25 Arten hinsichtlich der Artenzahl an zweiter Stelle aller Probeflächen. Mit 418 registrierten Falterindividuen

ist es die PV-Anlage Mooshof, die in Bezug auf Individuenzahlen mit großem Abstand an der Spitze steht (zum Vergleich: PV-Anl. D.-Aasen: 128 Individuen).

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Begehungen für die einzelnen Fotovoltaikanlagen für 2021 wiedergegeben.

d. Mooshof bei Bodman /Wahlwies

Photovoltaik-Anlage: Die einer extensiv bewirtschafteten Magerwiese mittlerer Standorte sehr ähnliche Vegetation der PV-Anlage Mooshof bietet idealen Lebensraum für eine Reihe von Arten, die als „typische Wiesenschmetterlinge“ gelten können. Diese Arten sind in der Lage, hohe Dichten aufzubauen, und finden somit in der PV-Anlage ein wichtiges Refugium in dieser an Magergrünland armen Region. Es sind dies: Das Große Ochsenauge (*Maniola jurtina*), das Kleine Wiesenvögelchen (*Coenonympha pamphilus*), der Hauhechelbläuling (*Polyommatus icarus*), das Sechsfleck-Widderchen (*Zygaena filipendulae*) sowie die Braune Tageule (*Euclidia glyphica*) und Großer Hopfen-Wurzelbohrer (*Hepialus humuli*) als tagaktive Nachtfalter.

Günstig ist, dass die PV-Anlage einen Habitatverbund mit dem benachbarten Naturschutzgebiet „Weiteried“ bilden kann. Dadurch besteht die Möglichkeit, dass auch weniger flugkräftige wertgebende Arten das neu entstandene Habitatpotenzial erschließen können. Dies trifft insbesondere für kurzlebige Nachtfalter-Arten zu, die als Falter keine Nahrung mehr aufnehmen und daher keine weiträumigen Dispersionsflüge durchführen können. Da diese Artengruppe nicht Gegenstand systematischer Untersuchungen war, können nur wenige Funde tagsüber nachweisbarer Arten in die Auswertung einfließen.

Der bemerkenswerteste und aus naturschutzfachlicher Sicht am höchsten einzustufende Nachweis ist der Zufallsfund eines Männchens des Hopfenwurzelbohrers (*Hepialus humuli*). Diese charakteristische Art extensiv genutzter magerer Mähwiesen mittlerer bis frischer Standorte ist als Folge der umfassenden Grünlandintensivierung massiv zurückgegangen. In der noch gültigen „alten“ Roten Liste Baden-Württemberg (EBERT et al. 2005) galt der Hopfenwurzelbohrer als „ungefährdet“, in der noch nicht publizierten Neufassung muss er bereits als „stark gefährdet“ (RL-Status 2) eingestuft werden. Das Vorkommen dieses extrem kurzlebigen und flugschwachen Falters innerhalb der PV-Anlage ist nur durch Zuflug aus sehr nahegelegenen Quellhabitaten erklärbar.

Eine weitere vermutlich aus dem Weiteried zugeflogene Nachtfalterart, die durch Tagbegehungen gut erfasst werden kann, ist der Rotrandbär (*Diacrisia sannio*). Dieser attraktive Bärenspinner ist zwar noch wesentlich weiter verbreitet als die vorige Art; gleichwohl ist das Vorkommen in der PV-Anlage angesichts des Defizits an Magerrasen und magerem Grünland in der Region aus Sicht des Artenschutzes bedeutsam.

Referenzfläche: Die - im Vergleich zu den umgebenden landwirtschaftlichen Nutzflächen noch mäßig intensiv bewirtschaftete und regelmäßig gegüllte - Mähwiese eines Bio-Betriebs ist für Schmetterlinge annähernd ohne Bedeutung. Von den vorgefundenen 5 Schmetterlingsarten kann sich wahrscheinlich nur eine, das Kleine Wiesenvögelchen (*Coenonympha pamphilus*) in den etwas schwachwüchsigeren Randbereichen fortpflanzen. Bei allen anderen dürfte es sich

um durchfliegende Dispergenten oder Nahrungsgäste handeln. Dies bestätigt einmal mehr, dass landwirtschaftlich genutztes Grünland, das „effizient“ gedüngt und mehr als zweimal jährlich geschnitten wird, seine Bedeutung als Habitat für Schmetterlinge fast komplett verliert und selbst von einstigen „Allerweltsarten“ nicht mehr dauerhaft besiedelt werden kann.



Abbildung 50: Auftreten des gefährdeten Hopfenwurzelbohrers (*Hepialus humuli*) in der Freiflächenanlage in Bodman 2022 (Foto: Dieter Reichardt, <https://lepiforum.org>).

e. Denkingen

Freiflächen-Photovoltaik-Anlage: Als mutmaßliche dauerhafte oder gelegentliche Fortpflanzungsstätte dient die PV-Anlage folgenden typischen Wiesenfaltern: Kleines Wiesenvögelchen (*Coenonympha pamphilus*), Hauhechel-Bläuling (*Polyommatus icarus*), Rotklee-Bläuling (*Cyaniris semiargus*), Mauerfuchs (*Lasiommata megera*), Schornsteinfeger (*Aphantopus hyperantus*), Hornkraut-Tageulchen (*Panemeria tenebrata*). In der Neufassung der Roten Liste Baden-Württemberg werden der Rotklee-Bläuling und der Schornsteinfeger als Arten der Vorwarnliste, das Hornkraut-Tageulchen als gefährdet (RL-Status 3) eingestuft. Alle anderen Wiesenfalter gelten als noch ungefährdet. Die Mehrzahl der genannten Arten ist jedoch ausschließlich auf den randlichen Flächen außerhalb der Module anzutreffen, wo in einigen Bereichen flachgründige Stellen mit reichlich Hornklee als Raupennahrungspflanze des Hauhechel-Bläulings und relativ hohem Kräuteranteil vorkommen. Der Mauerfuchs legt seine Eier im Regenschutz der PV-Module ab, die in diesem Fall Strukturen wie überhängende Felsen, Trockenmauern u.ä. ersetzen. Der Schornsteinfeger entwickelt sich in selten gemähten hochgrasigen Bereichen. Solche verbleiben jedoch nur in wenigen für die Mähgeräte schwer erreichbaren „toten Winkeln“, weswegen die Individuenzahl von *A. hyperantus* gering bleibt. Bemerkenswert ist, dass die PV-Anlage trotz ihrer mäßigen Grünland-Qualität mit eutrophierten Flächen innerhalb der Module und artenarmer Krautschicht in den Randbereichen arten- und individuenreicher ist als die benachbarte Referenzfläche. Hier hat vermutlich auch die Umrandung der Fläche mit einem Heckenstreifen einen Einfluss ausgeübt.

Grünland Referenzfläche Denkingen: Auf der Referenzfläche wurden wesentlich weniger Arten und diese überwiegend nur in einzelnen oder wenigen Individuen festgestellt. Nur das Kleine Wiesenvögelchen und der Hauhechel-Bläuling waren in nennenswerten Individuenzahlen vertreten, die jedoch deutlich unter denjenigen im Bereich der PV-Anlage lagen (*C. pamphilus*: PV 24, Rf 8; *P. icarus* PV 24, Rf 13). Die Referenzfläche wird gemäht und gelegentlich von Schafen in Koppelhaltung nachbeweidet – eine Nutzung, die offenbar nur wenigen, relativ unempfindlichen Schmetterlingsarten eine Reproduktion ermöglicht.



Abbildung 51: Auftreten des gefährdeten Hornkraut-Tageulchen (*Panemeria tenebrata*) in der Freiflächenanlage in Denkingen 2022 (Foto: Wolfgang Hoffmann, <https://lepiforum.org>).

f. Döggingen

Freiflächen Photovoltaik-Anlage: Auf der PV-Anlage Döggingen, in der, genauso wie in Denkingen nur gemulcht wird und die erst 2019 auf einem Ackerstandort errichtet wurde, konnten 17 Arten nachgewiesen werden. Sie nimmt damit unter den vier untersuchten FFPV-Anlagen den letzten Platz ein. Dabei ist zudem noch zu berücksichtigen, dass die Dögginger Anlage von „besseren“ Flächen umgeben ist, die als Quellhabitats zufliegender, nicht auf der Anlagenfläche reproduzierender Arten dienen können. So stammt etwa das gefundene Exemplar des Rundaugen-Mohrenfalters (*Erebia medusa*), das auf der Fläche registriert werden konnte, mit Sicherheit von der nördlich angrenzenden, südexponierten Bahnböschung.

Die einzige Art, die mit 7 registrierten Individuen offenbar einen klaren Schwerpunkt auf der PV-Anlage zu haben scheint, ist der Braunbinden-Wellenstriemenspanner (*Scotopteryx chenopodiata*), eine ansonsten vorzugsweise auf mesophilen Brachen lebende und noch nicht gefährdete, aber stark rückläufige Spannerart (siehe Abbildung).

Grünland Referenzfläche:

Als „klassische“ zweiseitig genutzte Magerwiese mittlerer Standorte ist die Referenzfläche Döggingen die einzige Referenzfläche, die höhere Arten- und Individuenzahlen als die zugeordnete PV-Anlagenfläche aufwies. Die Referenzfläche Döggingen, die als FFH Fläche der Wertstufe A eingeordnet werden kann (Kapitel 4a), ist die mit Abstand schmetterlingsreichste aller Referenzflächen. Sie hebt sich deutlich positiv ab von der falterarmen und nährstoffreichen Grünlandvergleichsfläche in der etwa dreimal jährlich gemulchten PV-Anlage, die durch einen hohen Anteil an Stör-/Mulchzeigern charakterisiert ist.



Abbildung 52: Auftreten des Braunbinden-Wellenstriemenspanner (*Scotopteryx chenopodiata*) in der Freiflächen PV-Anlage in Döggingen 2022 (Foto: Jörg Döring, <https://lepiforum.org>).

g. Donaueschingen-Aasen

Senkrecht angeordnete Agri-Photovoltaik-Anlage: Die PV-Anlage Donaueschingen-Aasen ist die artenreichste aller vier Anlagen, auch die Zahl wertgebender Arten ist die höchste. Besonders hervorzuheben sind die Vorkommen von zwei Braundickkopffaltern, dem Braunkolbigen (*Thymelicus sylvestris*) und dem Schwarzkolbigen (*Thymelicus lineola*). Beide *Thymelicus*-Arten waren früher weit verbreitet und oft massenhaft anzutreffen, inzwischen sind sie stark rückläufig und müssen in der Neufassung der Roten Liste Baden-Württemberg als „gefährdet“ (RL-Status 3) eingestuft werden. Sie waren typische Bewohner „vergessener Ecken“ und Sozialbrachen, auch von Kahlschlägen und sonstigen größeren Waldlichtungen. Sehr wichtige Habitatrequisiten sind Altgrasbestände, die sie in der PV-Anlage Aasen entlang der Module (leider nur teilweise) und vor allem in den Randbereichen der Betriebsfläche entlang des Umgrenzungszauns vorgefunden haben.

Weitere erwähnenswerte wertgebende Arten sind: Der Rundaugen-Mohrenfalter (*Erebia medusa*), von dem ein Individuum beobachtet werden konnte, bevorzugt mehrjährige grasreiche Brachen, auf denen sich eine Streuschicht aus Altgras bilden konnte. Das Defizit solcher Flächen auf der im Bereich der Module 2022 im Sommer komplett gemähten Anlage erklärt die sehr niedrige Individuenzahl.

Das Hornkraut-Tageulchen (*Panemeria tenebrata*) und die Scheck-Tageule (*Euclidia m*) sind zwei tagaktive Nachtfalter, die charakteristisch für mageres und extensiv bewirtschaftetes Grünland sind. Beide entwickeln sich auf den regelmäßig zur Pferdeheugewinnung gemähten, ungedüngten Streifen zwischen den Modulen und in deren unmittelbarem Umfeld.

Die Donaueschinger Anlage ist die einzige, auf der zwei Widderchenarten nachgewiesen werden konnten: Das Große (*Zygaena filipendulae*) und das Kleine Fünffleck-Widderchen (*Zygaena viciae*). Beide wurden auf dem Saumstreifen zwischen dem Rundweg innerhalb der Anlage und dem die Außenbegrenzung bildenden Zaun beobachtet. Zumindest die letztgenannte Art kann sich nur in den ungenutzten Saumbereichen entwickeln, während *Z. filipendulae* auch auf Mähwiesen vorkommt.

Als weitere inzwischen stark gefährdete (RL-Status 2) und ebenfalls an ungemähte frische bis feuchte Säume gebundene Tagfalterart ist der Storchschnabel-Bläuling (*Aricia eumedon*) zu erwähnen. Im Rahmen der eigenen Begehungen wurde der Bläuling zwar nicht festgestellt (Flugzeit außerhalb der Begehungstermine), jedoch liegt eine Meldung des Gutachterbüros ARCUS (Bräunlingen) vom 18.06.21 über Beobachtungen an zwei Stellen des die Anlage umgebenden Saumstreifens vor.

Eine weiterer früher ungefährdeter, jetzt aufgrund starker Rückgänge in die Vorwarnliste aufgenommener Bewohner des Saumstreifens ist der Schornsteinfeger (*Aphantopus hyperantus*). Es wurden 5 Individuen dieser Art registriert.

Referenzfläche: Die Referenzfläche Aasen - eine auch in botanischer Hinsicht artenarme und produktive Fettwiese mittlerer Standorte (Kap. 4a) - ist auch bezüglich des Auftretens von Tagfaltern die artenärmste aller Referenzflächen. Sie kann angesichts der Tatsache, dass es sich bei den wenigen dort angetroffenen Faltern um Durchzügler, Nahrungsgäste oder Bewohner von Randstrukturen handelte, als

annähernd falterfrei bezeichnet werden. Sie repräsentiert ein weiteres Beispiel für Untauglichkeit „regulär“ landwirtschaftlich genutzter und gedüngter Grünlandflächen als Schmetterlingshabitate.



Abbildung 53: Auftreten des Schornsteinfegers (*Aphantopus hyperantus*) in der Freiflächen PV-Anlage in Donaueschingen-Aasen 2022 (Foto: Elizabeth van Pelt-Verkuil, <https://lepiforum.org>).

h. Fazit und Anregungen für das Pflegemanagement

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass Photovoltaik-Anlagen unter Beachtung einiger Rahmenbedingungen eine Funktion als Lebensraum für an Magergrünland gebundene, schutzwürdige Schmetterlingsarten übernehmen können.

Nach den bei den Projektstudien gemachten Beobachtungen trifft dies mit hoher Wahrscheinlichkeit für die nachfolgend genannten Bedingungen zu:

- Herstellung magerwiesenähnlicher Pflanzenbestände durch extensive Nutzung/Pflege (Mahd einmal bis 2mal jährlich) und Ausmagerung durch Biomasse-Entzug (Abräumen des Mähguts).
- Verwendung von Ansaatmischungen, welche wichtige Raupennahrungs- und Blütenpflanzen enthalten. Außer Gräsern sind dies: Hornklee (*Lotus corniculatus*), Esparsette (*Onobrychis viciaefolia*), Acker-Witwenblume (*Knautia arvensis*) und Wiesenflockenblume (*Centaurea jacea*). Je nach Ausgangszustand und benachbarter Wiesenvegetation können diese Pflanzen bereits vorhanden sein oder sich (allerdings nur langsam) auch von selbst einstellen.

- Einplanung genügend großer Rand- und Begleitflächen außerhalb der Module, auf denen sich voll besonnte magergrünlandähnliche Vegetationsbestände entwickeln können, deren Pflege den Bedürfnissen der wertgebenden Arten angepasst werden kann. Dies beinhaltet auch, (Rand)-Bereiche dieser Flächen als temporäre Brachen einzurichten, die nur sporadisch in mehrjährigen Abständen gemäht werden.
- Im Falle einer Verwendung von senkrecht stehenden Modulen sollten diese in Nord-Süd-Richtung angeordnet werden, so wie in der PV-Anlage Donaueschingen-Aasen der Fall. Die Vegetation unterhalb oder zwischen den Photovoltaik-Platten kann nur dann als Lebensraum für Schmetterlinge fungieren, wenn ausreichende Sonneneinstrahlung gewährleistet ist. Je dichter die Module stehen, desto weniger ist dies der Fall. Auch hier sollten nach Möglichkeit temporär rotierende Altgrasstreifen an den Modulreihen geduldet werden.

Im Vergleich mit den Referenzflächen schneiden die PV-Anlagen fast durchweg besser ab. Dies belegt weniger den Wert der Anlagen als Schmetterlingshabitate, sondern vielmehr die Untauglichkeit mäßig intensiv und intensiv genutzter Grünlandflächen als Lebensräume für Schmetterlingspopulationen. Insofern können PV-Anlagen bei artenschutzgerechter Planung durchaus eine Funktion als Refugien zumindest für „gängige“, d.h. einstmals weit verbreitete und häufige Wiesenschmetterlinge übernehmen.

So zumindest sieht es der mit den Faltererhebungen betraute Fachmann, Herr Stefan Hafner aus Löffingen, dem an dieser Stelle für seine Unterstützung und fachliche Begleitung des Projektes und für die gute und freundliche Zusammenarbeit zu danken ist.

G. Zusammenfassung und Handlungsempfehlung

Im rechtlichen Gutachten wurde herausgearbeitet, dass die Biogasanlagen eine Privilegierung im Außenbereich und die landwirtschaftliche Bewirtschaftung eine Privilegierung im Rahmen der naturschutzrechtlichen Eingriffsdefinition besitzen, die aber nicht den baulichen Anlagen zugeordnet ist, sondern der Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Flächen.

Diese Privilegierungen sind für Freiflächenphotovoltaikanlagen derzeit nicht verfügbar.³² Die Ungleichbehandlung für den Außenbereich stellt eine nicht zu rechtfertigende Diskriminierung der Freiflächenphotovoltaikanlagen in bauplanungsrechtlichen Belangen im Außenbereich dar.

Handlungsoption aus bauplanungsrechtlicher Perspektive wäre die Öffnung des Außenbereichs für Freiflächenphotovoltaikanlagen auf der einen Seite und aus naturschutzrechtlicher Sicht die Übertragung der Privilegierung/Sonderstellung der guten landwirtschaftlichen Praxis auf Freiflächenphotovoltaikanlagen. Anhand von Kriterienkatalogen ähnlich wie die Leitfäden und Kriterienkataloge ausgearbeitet vom NABU³³, vom KNE³⁴ oder von der TH Bingen³⁵, könnten Kriterien festgelegt werden, die die Biodiversitätsförderung in Freiflächenphotovoltaikanlagen sicherstellen. Dazu gehören beispielsweise schon sehr einfache Maßnahmen wie ein größerer Reihenabstand, als bei konventionellen FFPV-Anlagen.

Damit könnten Freiflächenphotovoltaikanlagen die dezentrale Stromerzeugung mit der Biodiversitätsförderung verbinden. Unbestritten ist der Flächenverbrauch bei FFPV-Anlagen, gerade auch von landwirtschaftlichen Böden ein wichtiges Thema, dass bei der Errichtung und dem Betrieb von FFPV-Anlagen zu bedenken ist, vor allem da die durchschnittliche Betriebsdauer und Haltbarkeit der Module 20 Jahre überschreitet. Wird jedoch die tatsächlich notwendige Fläche für die treibhausgasneutrale Stromversorgung durch FFPV, ins Verhältnis gesetzt zu dem bisher für die Erzeugung von Biogasmais verwendeten Flächen, die der Nahrungsmittelproduktion weitestgehend entzogen sind, relativiert sich die tatsächlich notwendige Fläche und der dazugehörige Flächenverbrauch.

Größte Anstrengung muss es in den nächsten Jahrzehnten bleiben, die Treibhausgasemissionen in allen Sektoren zu verringern und im Endeffekt auf null zu reduzieren. Das bedeutet vor allem die Energieversorgung auf erneuerbare Energieträger umzustellen, damit der Anstieg der Erderwärmung auf 1,5 Grad Celsius begrenzt werden kann. Um den voranschreitenden Klimawandel möglichst zeitnah zu bremsen, ist es notwendig, alle erneuerbaren Energien so schnell es geht auszubauen, um die Ausbauziele zu erreichen und die Treibhausgasemissionen zu verringern und auf der anderen Seite die Versorgungssicherheit und die dezentrale Energieversorgung auch zukünftig zu gewährleisten. Da die meisten erneuerbaren Energien schwer planbar sind, muss der Energiemarkt der Zukunft eine gewisse Flexibilität aufweisen. Diese Flexibilität wird nur durch eine Diversifizierung der

³² Abgesehen von den neu eingefügten Privilegierungen längs von Autobahnen und Schienenwegen und die Privilegierung für hofnahe Agri-PV nach § 35 Abs. 1 Nr. 9 BauGB.

³³ [Kriterien für naturverträgliche Solarparks - NABU](#) (zuletzt aufgerufen am 07.07.2023).

³⁴ [KNE-Forum "Naturverträgliche Solarparks" - Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende \(naturschutz-energiewende.de\)](#) (zuletzt aufgerufen am 07.07.2023).

³⁵ [Leitfaden für naturverträgliche und biodiversitätsfördernde Solarparks veröffentlicht | TH Bingen \(th-bingen.de\)](#) (zuletzt aufgerufen am 07.07.2023).

erneuerbaren Energien erreicht. Ein Grundbaustein der Flexibilisierung sind dabei die Windenergie und die kostengünstige Energieerzeugung durch Photovoltaik.

Ziel des Gutachtens war es dabei nicht der Abschaffung der Privilegierung von Biogasanlagen im Außenbereich das Wort zu reden oder das Landwirtschaftsprivileg nur auf die Nahrungsmittelproduktion zu begrenzen. Vielmehr wird im Kampf gegen den Klimawandel jede Kilowattstunde, die durch Erneuerbare Energien erzeugt wird, gebraucht. Gerade da die Biogaserzeugung gut planbar ist, ist eine Abschaffung der Privilegierung hinsichtlich der Ziele für die Treibhausgasreduzierung kontraproduktiv.

Das landschaftsökologische Gutachten zeigt auf, dass im Vergleich zur konventionellen Landwirtschaft die Freiflächenphotovoltaikanlagen in den meisten Konstellationen eine höhere Artenvielfalt, sogar mit rote Liste Arten, aufweisen. Ein besonders hoher ökologische Mehrwert wird dabei für extensives genutztes Grünland in Verbindung mit Freiflächenphotovoltaik im Vergleich zu intensiv genutztem Grünland erzeugt.

Die Freiflächenphotovoltaik als zweites Standbein für die Landwirtschaft auf der einen und bei richtiger Ausgestaltung auch als Förderer der Biodiversität auf der anderen Seite, sollte bei den Gemeinden, Planungsbehörden und Genehmigungsbehörden an Priorität gewinnen.

Sofern eine Privilegierung der Freiflächenphotovoltaik bundesrechtlich nicht eingeführt wird, sollten sich die Planungsbehörden für Ihr Planungsgebiet vor Augen halten, welcher Energiebedarf im Planungsgebiet vorherrscht, und, ob diese Energiemengen im eigenen Planungsgebiet erzeugt werden können. Dieses Prinzip der bedarfsgesteuerten Dezentralität, könnte mit Aufklärung und Marketing eine akzeptanzfördernde Wirkung für die Erneuerbaren Energien entfalten.

Studien zu Potenzialflächen im Gemeindegebiet und den neuen Flächenausweisungen für den Ausbau der Erneuerbaren Energien könnten wichtige Pfeiler für die Umstellung auf eine treibhausgasneutrale Energieerzeugung sein. In den Planungen ist zu berücksichtigen, dass die entsprechenden Flächennutzungspläne den Raum für die FFPV und Agri-PV öffnen und nicht im Widerspruch zu den zukünftigen Planungen stehen.

Laut Studien des Umweltbundesamtes könnten im Jahr 2030 auf 0,5 bis 0,6 Prozent der landwirtschaftlich genutzten Fläche in Deutschland Freiflächenphotovoltaikanlagen installiert werden. Die, dadurch entstandenen Umweltauswirkungen seien bei zielgerichteter Steuerung auf regionaler und kommunaler Ebene und nachhaltiger Vorhabenplanung zu bewältigen.³⁶

Trotz des beträchtlichen Flächenverbrauchs, der der Nahrungsmittelproduktion verloren geht, muss beachtet werden, dass der Flächenverbrauch für FFPV Anlagen, im Verhältnis zum Flächenverbrauch für Energiepflanzen wesentlich geringer ist.

Alles in allem betrachtet, muss der Ausbau der Freiflächenphotovoltaik schnellstmöglich vorangetrieben werden, wobei darauf zu achten ist, dass der

³⁶ Umweltbundesamt, Anpassung der Flächenkulisse für PV-Freiflächenanlagen im EEG vor dem Hintergrund erhöhter Zubauziele – Notwendigkeit und mögliche Umsetzungsoptionen, 76/2022, Februar 2022, S. 12.

Ausbau nicht zulasten der Biodiversität erfolgt. Somit sind zwingende gesetzliche Kriterien für einen naturverträglichen Ausbau der Freiflächenphotovoltaik festzuschreiben. Dieser Kriterienkatalog wäre der Türöffner für eine Privilegierung im Außenbereich.