



Moor PV: Orientierungshilfe für landwirtschaftliche Betriebe

Impressum:

© Bodensee-Stiftung, Stand 21.05.2025

Herausgeber:

Bodensee-Stiftung

Fritz-Reichle-Ring 4, 78315 Radolfzell,

www.Bodensee-Stiftung.org



Auftraggeber:

Landsiedlung Baden-Württemberg GmbH, Herzogstraße 6A

70176 Stuttgart

Finanziert durch Projektmittel des Ministeriums für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz aus dem Projekt „Klimaschutz auf landwirtschaftlich genutzten Moorflächen“

Bearbeitung: D. Vedel, V. Kromrey, Dr. I. Schäfer

28 Seiten

Haftungsausschluss:

Die Inhalte dieses Dokumentes wurden nach bestem Wissen geprüft, ausgewertet und zusammengestellt. Eine Haftung für die Richtigkeit sowie die Vollständigkeit der hier enthaltenen Angaben wird ausgeschlossen. Dies betrifft insbesondere die Haftung für eventuelle Schäden, die durch die direkte oder indirekte Nutzung der Inhalte entstehen. Sämtliche Inhalte dieses Dokumentes dienen der allgemeinen Information. Sie können eine Beratung oder Rechtsberatung im Einzelfall nicht ersetzen.

Bildnachweis:

Titel: KI-generiert mit Adobe Firefly, Prompt: Firefly PV-Freiflächenanlage mit vielen Modulen auf einem Moor mit Birkenbäumen und Sträuchern

Inhaltsverzeichnis

Einführung: Moor-PV und Klimaschutz – Die Bedeutung für Baden-Württemberg und Deutschland	4
1 Was ist eigentlich Moor-PV?	9
1.1 Moor-PV bietet Vorteile:	9
1.2 Welche Flächen sind für Moor-PV geeignet?	10
1.3 Weshalb trägt Moor-PV zur Wiedervernässung von trockengelegten Moorflächen bei?	11
1.4 Wiedervernässung der Moorböden:	12
2 Auswirkungen von Moor-PV auf weitere Schutzgüter	14
2.1 Fläche als limitierender Faktor	14
2.2 Naturschutzfachliche Aspekte in Bezug auf Moor-PV	14
2.3 Biodiversitätsspezifische Aspekte in Bezug auf Moor-PV	16
3 Wie können Betriebe von Moor-PV profitieren?	18
3.1 Moore als geldwerte CO ₂ -Speicher?	19
3.2 Paludikultur in der Landwirtschaft	21
3.3 Paludikultur und Moor-PV	21
4 Welche Solaranlagen sind geeignet	23
5 Planung und Genehmigung von (Moor-) PV-Anlagen	25
6 Fazit	28

Einführung: Moor-PV und Klimaschutz – Die Bedeutung für Baden-Württemberg und Deutschland

Ein Moor ist ein nasses, oft saures und in Hochmooren meist nährstoffarmes Ökosystem, das sich aus abgestorbenen Pflanzenresten bildet. Es ist ein spezieller Typ von Feuchtgebiet und entsteht in der Regel in Senken oder Mulden. In Mitteleuropa und Deutschland entwickelten sich Moore nach der letzten Eiszeit. Abgestorbene Pflanzenreste werden unter Sauerstoffabschluss nicht vollständig zersetzt und es kommt zur Torfbildung. In dem wassergesättigten Milieu „wächst“ das Moor ca. 1mm pro Jahr in die Höhe. Mit dem abgelagerten organischen Material wird auch der Kohlenstoff im Moor festgelegt.

Moorboden:

Moore und andere Böden mit einem hohen Gehalt an organischer Substanz werden international als „organische Böden“ bezeichnet. Moore bestehen aus einer Torfauflage von mindestens 30 cm und mit mehr als 30 % organischer Substanz.¹ Moorboden ist gemäß § 3 Nummer 34a EEG jeder Boden, der die Voraussetzungen des § 11 Absatz 2 der GAP-Konditionalitäten-Verordnung (GAPKondV) erfüllt und der Erstellung der Gebietskulisse nach § 11 Absatz 3 GAPKondV zugrunde gelegt werden kann. Zusätzlich sollten für besondere Solaranlagen gelten die Bestimmungen der GAPKondV in der zum jeweiligen Gebotstermin geltenden Fassung.

Hochmoore:

Hochmoore werden ausschließlich über Niederschlagswasser gespeist. Aufgrund der extremen Umweltbedingungen leben und wachsen in ihnen nur wenige spezialisierte Tier- und Pflanzenarten. Meistens sind Hochmoore frei von Bäumen. Sie sind in Deutschland allg. weniger verbreitet und in Baden-Württemberg selten und fast alle intakten Hochmoore liegen in Naturschutzgebieten.

Niedermoore:

Niedermoore sind von Wasser aus dem Boden abhängig, mit dem sie in Kontakt bleiben müssen. Aufgrund des höheren Nährstoffgehalts und des etwas höheren pH-Werts ist der Artenreichtum in Niedermooren oft größer als in Hochmooren. Es gibt verschiedene Typen von Niedermooren, die entsprechend ihrer Wasserspeisung klassifiziert werden, z. B. Quellmoore, Hangmoore oder Verlandungsmoore.²³

¹ https://www.thuenen.de/media/ti-themenfelder/Wasser/Organische_Boeden/ForschungsReport_2-11-Moor.pdf

² <https://www.boell.de/de/mooratlas>

³ [https://de.wikipedia.org/wiki/Moor#Mineralbodenwasserern%C3%A4hrte_Moore_\(Nieder-_und_Zwischenmoore\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Moor#Mineralbodenwasserern%C3%A4hrte_Moore_(Nieder-_und_Zwischenmoore))

Die Gesamtfläche der Moore in Deutschland betrug einst etwa 1,8 Millionen Hektar, das entsprach 5 % der Fläche Deutschlands. Ein Großteil dieser Moore wurde jedoch zerstört, und nur ein kleiner Teil ist noch intakt.

Heute gibt es nur noch (meist degradierte) Moore auf 3,6 % der ehemaligen Moorgesamtfläche Deutschlands. Die Hochmoorflächen umfassen etwa 336.000 Hektar und Niedermoores nehmen eine Fläche von ungefähr 1.083.000 Hektar ein. Für Übergangsmoores gibt es keine spezifische Flächenangabe, sie machen jedoch einen geringeren Anteil aus und sind oft stark beeinträchtigt.⁴

Die geografische Verteilung der unterschiedlichen Moortypen in Deutschland ist in Abbildung 1 gezeigt.

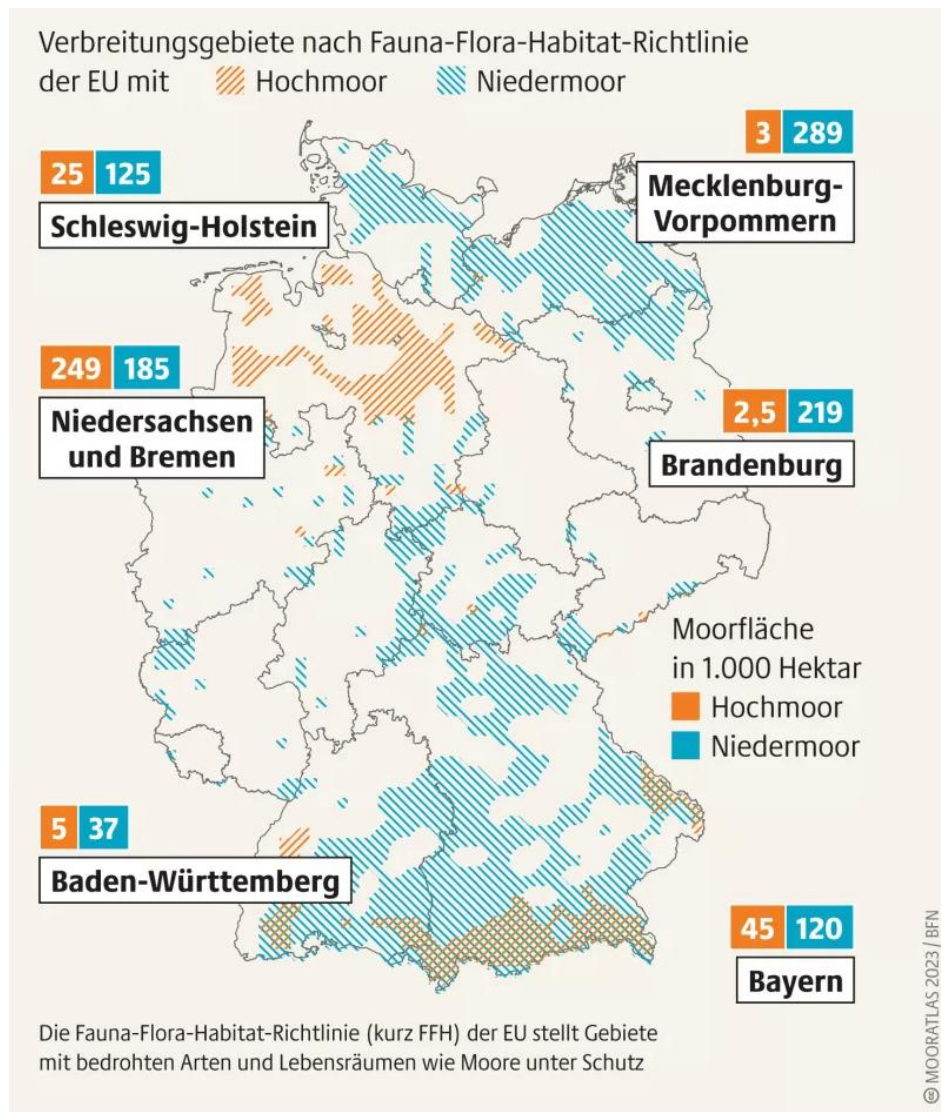


Abbildung 1: Flächenverteilung (in 1.000 Hektar) von Moorböden in Deutschland (Abgeändert nach Eimermacher/stockmarpluswalter / Heinrich-Böll-Stiftung / BUND / Michael Succow Stiftung, Mooratlas 2023, 2023, CC BY 4.0, <https://www.boell.de/de/mooratlas> bzw. https://www.boell.de/sites/default/files/styles/var_larger/public/2023-01/mooratlas2023_web_header-grafiken_2940x1960_1.png.webp?itok=Qdabs6mg)

⁴ <https://www.nabu.de/natur-und-landschaft/moore/deutschland/index.html>

In Baden-Württemberg gibt es über 45.000 Hektar Moore und grundsätzlich drei verschiedene Arten von Mooren. Niedermoore machen mit rund 32.000 ha den größten Anteil aus, gefolgt von etwa 9.600 ha Anmooren und lediglich 3.500 ha Hochmooren. Der Schwerpunkt der Verbreitung liegt im Alpenvorland.⁵ In Abbildung 2 ist die Verteilung der Moorflächen in Baden-Württemberg schematisch dargestellt.

⁵ https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/boden/das_moorkataster

Moore haben eine hohe CO₂-Speicherkapazität^{6,7,8}, da sie gute Wachstumsbedingungen für Torfmoose und andere Pflanzen bieten, die große Mengen Kohlenstoff aus der Luft aufnehmen und in ihrer Biomasse speichern. Es wird geschätzt, dass Moore etwa 30% des Kohlenstoffs auf der Erde speichern⁹, obwohl sie nur etwa 3% der Landfläche ausmachen. Allerdings wird durch die Nutzung von Torf und das Entwässern von Mooren eine erhebliche Menge an Kohlenstoff freigesetzt. Darüber hinaus bieten Feuchtgebiete (machen ca. 7% der Erdoberfläche aus), zu denen die Moore gehören, Lebensräume für Tiere und Pflanzen. Sie sind zudem Wasserspeicher für viele Menschen. Es ist daher wichtig, Moore zu schützen und ihre wertvollen ökologischen Dienstleistungen aufrechtzuerhalten und um den Klimawandel zu bekämpfen.

Ca. 92% der Moorflächen in Deutschland sind entwässert und werden land- oder forstwirtschaftlich genutzt. Etwas mehr als 50% dieser Flächen werden als Grünland bewirtschaftet, knapp 20% als Ackerland und auf 15% dieser Flächen steht Wald.¹⁰ Das Verhältnis der Nutzungsformen unterscheidet sich regional. Für die Landwirtschaft jedoch haben die Flächen eine große ökonomische Bedeutung, sie sind wichtig für die Milchwirtschaft und Tierhaltung.

Mit dem Pariser Klimaschutzabkommen aus dem Jahr 2015 hat sich die Staatengemeinschaft darauf verständigt, die Erderwärmung im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter auf "deutlich unter" zwei Grad Celsius zu begrenzen. Ziel ist eine Beschränkung auf 1,5 Grad Celsius¹¹. Deutschland hat den Vertrag angenommen und sich verpflichtet, seine Treibhausgasemissionen in allen möglichen Sektoren abzusenken. 2024 betrugen die Treibhausgasemissionen in Deutschland insgesamt 649 Mio. t CO₂-Äquivalente.¹² Dem landwirtschaftlichen Bereich werden derzeit knapp 7,2% der Treibhausgasemissionen zugeordnet. Die Emissionsmenge an Treibhausgasen von landwirtschaftlich genutzten, drainierten Moorböden betragen rund 53,4 Mio. t CO₂-Äquivalente, davon sind 47,9 Mio. t. CO₂, 1,7 Mio. t Methan und 0,4 Mio. t. Lachgas. Die Lachgasemissionen aus landwirtschaftlich genutzten Moorböden werden im Sektor Landwirtschaft m.W. bilanziert, der Rest im LULUCF-Sektor.¹³

⁶ Limpens, J. et al. (2008): "Peatlands and the carbon cycle: from local processes to global implications - a synthesis." Biogeosciences 5, 1475-1491.

⁷ Yu, Z., Loisel, J., Brosseau, D.P. (2010): "Recent acceleration of carbon accumulation in a boreal peatland, south-central Alaska." Journal of Geophysical Research - Biogeosciences 115, G00K05

⁸ Strack, M. (2008): "Moore als Kohlenstoff-Senken - Wissenschaftliche Erkenntnisse und mögliche Handlungsansätze." Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft 20, 75-82

⁹ <https://www.wissenschaftsjahr.de/2020-21/koepfe-des-wandels/moore-als-natuerliche-co2-speicher.html>

¹⁰ Nationale Moorschutzstrategie, 19. Oktober 2022, BMUV https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Naturschutz/nationale_moorschutzstrategie_bf.pdf

¹¹ <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Industrie/klimaschutz-abkommen-von-paris.html>

¹² <https://www.tagesschau.de/inland/innenpolitik/treibhausgase-deutschland-emissionen-klimaziele-habeck-100.html>

¹³ <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland/emissionen-der-landnutzung-aenderung#bedeutung-von-landnutzung-und-forstwirtschaft>

1 Was ist eigentlich Moor-PV?

Moor-PV bezeichnet die gleichzeitige Nutzung wiedervernässter Moorböden für Klimaschutz und Photovoltaik-Stromerzeugung. Ein Beispiel dafür wird in Abbildung 3 gezeigt.

Im Eckpunktepapier von BMWK, BMUV und BMEL vom 10. Februar 2022 wird beschrieben, wie der Ausbau der Photovoltaik auf Freiflächen im Einklang mit landwirtschaftlicher Nutzung und Naturschutz gestaltet sein kann. In der Festlegung „besonderer Solaranlagen“¹⁴ werden die Anlagentypen auf Grünland und Moorböden erläutert und in § 85c EEG¹⁵ definiert. Das von der Bundesregierung festgelegte übergeordnete Ziel für Moor-PV ist es, die Wiedervernässung als Beitrag zum Klimaschutz voranzubringen und gleichzeitig die Flächen für PV-Stromerzeugung zu nutzen.¹⁶ Die Errichtung von Solaranlagen auf ehemals für die Landwirtschaft trockengelegten Moorflächen in Deutschland wird seit Anfang 2023 im Rahmen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) gefördert, wenn diese Flächen dabei dauerhaft wiedervernässt werden.¹⁷ Im Jahr 2024 sieht das Solarpaket I für Solaranlagen auf wiedervernässten Moorböden einen Höchstwert von 9,5 ct/kWh vor. Für das Jahr 2025 wird dieser Wert voraussichtlich **zwischen 9,5 ct/kWh und 10,3 ct/kWh** liegen, abhängig von den Zuschlägen aus den vergangenen Gebotsterminen und der jährlichen Anpassung um 8 %. Das Solarpaket I ist derzeit (05.2025) noch nicht umgesetzt, da es noch einer beihilferechtlichen Genehmigung durch die Europäische Kommission bedarf.

Naturschutzfachlich wertvolle Moore und Moorböden innerhalb gesetzlicher Schutzgebiete dürfen jedoch nicht mit PV bebaut werden, sie sind von der Förderkulisse ausgeschlossen.

1.1 Moor-PV bietet Vorteile:

- **Klimaschutz:** Nasse Moore sind entscheidend für die Bindung von Kohlenstoff und die Verringerung von Treibhausgasen. Die Wiedervernässung von Moorflächen minimiert die Freisetzung von CO₂ in die Atmosphäre und ist der wesentliche Baustein für die Speicherung von Kohlenstoff auf der Fläche. Gleichzeitig ermöglicht die Nutzung von Solarenergie an diesen Standorten eine emissionsfreie Stromerzeugung.
- **Effiziente Landnutzung:** Nasse Moorlandschaften eignen sich oft nicht für konventionelle landwirtschaftliche oder industrielle Aktivitäten. Die Installation von Moor-PV-Anlagen auf wiedervernässten Flächen bietet eine alternative und lukrative Nutzungsoption für Landwirt*innen. Zudem ist ggf. durch Paludikulturen (ein Verfahren zur nassen Bewirt-

¹⁴https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/Ausschreibungen/Solar1/BesondereSolaranlagen/Festlegung.pdf?__blob=publicationFile&v=1

¹⁵ https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/_85c.html

¹⁶ https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/E/eckpunktepapier-ausbau-photovoltaik-freiflaechenanlagen.pdf?__blob=publicationFile&v=12

¹⁷ <https://www.ise.fraunhofer.de/de/leitthemen/integrierte-photovoltaik/moor-pv.html>

schaftung von Mooren mit Torferhalt oder im Idealfall sogar Torfbildung) auf nebenliegenden Flächen und Nasswiesen-Grünland sowie in Einzelfällen zwischen den Modulen eine parallele landwirtschaftliche Nutzung möglich. Durch Moor-PV ist Wiedervernässung somit nicht mit einem „Nutzungsverzicht“ der Fläche verbunden, vielmehr wird erneuerbare Stromerzeugung mit effektivem Klimaschutz kombiniert.

- **Biodiversität und Ökosystemleistungen:** Die Installation von Moor-Photovoltaik kann die Biodiversität fördern, indem sie Lebensräume für verschiedene Arten bietet, insbesondere für Wasservögel und Amphibien. Renaturierte Moore bieten zudem wichtige Ökosystemleistungen wie Hochwasserschutz, Wasserspeicherung und Trinkwasserfiltration. Bei großflächigen Wiedervernässungen kann eine Zonierung helfen, neben Moor-PV und Paludikulturen auch Raum für Naturschutz zu bieten und diesen zu finanzieren.
- **Wasserressourcenmanagement:** Moor-PV-Anlagen tragen zur Erhaltung und zum Management von Wasserreserven bei. Die Beschattung der Wasserflächen reduziert die Verdunstung, was besonders in trockenen Regionen vorteilhaft ist. Gleichzeitig kann die Wasserabdeckung das Algenwachstum verringern und die Wasserqualität verbessern. Auch der Wasserrückhalt in der Landschaft wird gesteigert und ein intaktes Moor kann seine Wasser-Pufferfunktion erfüllen (wichtig bei Starkregenereignissen etc.).

1.2 Welche Flächen sind für Moor-PV geeignet?

Seit dem Jahr 2011 besteht ein Dauergrünlandumwandlungsverbot im Landwirtschafts- und Landeskultugesetz (LLG). Seit 2015 wird die Grünlanderhaltung im Rahmen der EU-Agrarpolitik über das sogenannte Greening und seit 2023 über die Erweiterte Konditionalität (GLÖZ 1) geregelt. Über ein Pflug- und Umwandlungsverbot wird Grünland erhalten, staatliche Förderung soll die Grünlandextensivierung vorantreiben. Diese Flächen, die prozentual den größten Anteil an trockengelegten Mooren in der Landwirtschaft ausmachen, bieten einen großen Flächenpool, der auch für Moor-PV genutzt werden kann.

Intakte Hochmoore stehen in Baden-Württemberg unter Naturschutz. Für Moor-PV eignen sich daher in erster Linie landwirtschaftlich genutzte und stark degradierte Flächen. Da Anlage, Installation und Wartung aufwändiger sind, sollte Moor-PV insbesondere in den eher höher gelegenen Randbereichen einer großflächigen Wiedervernässung installiert werden. Trotzdem sollte der geförderte/geforderte Mindestwasserstand erreichbar sein. In feuchteren Bereichen kann Paludikultur (siehe Kapitel 3) zum Einsatz kommen und in den häufiger von Überstau betroffenen tiefen Bereichen der Schwerpunkt auf Arten- und Naturschutz (Kapitel 2) gelegt werden. Die Aufteilung der gesamten Fläche kann mit Hilfe einer entsprechenden Zonierung erfolgen. Es wäre wünschenswert, wenn die Betroffenheit angrenzender Schutzgüter im gesamten Wirkraum der Wasserstandsanhebung überprüft wird und entsprechend gehandelt wird.

Wichtig zu wissen ist, dass es eine Förderung nach dem Energie-Einspeise-Gesetz (EEG) und eine sog. Privilegierung nach dem Baugesetzbuch (BauGB) für PV-Freiflächenanlagen gibt, die auch bei Moor-PV Anwendung findet. Beispielsweise sind PV-Anlagen, die im räumlich-funktionalen Zusammenhang zum landwirtschaftlichen Betrieb stehen und PV-Anlagen, die in einem 200m-Streifen an Autobahnen und übergeordneten Schienenwegen verlaufen, privilegiert.

Häufig sind Wiedervernässungsprojekte daran gescheitert, dass aus landwirtschaftlicher Sicht die Vernässung der Fläche gleichbedeutend war mit dem Verlust von landwirtschaftlichen Anbauflächen. Die Flächen sind häufig für einen Betrieb notwendig, um den Lebensunterhalt der bäuerlichen Familie zu sichern und den Betrieb aufrecht zu erhalten. Flächen aus der Nutzung zu nehmen und nicht mehr zu bewirtschaften, erfordert eine wirtschaftliche Kompensation und wirtschaftliche Alternativen müssen entwickelt werden.

Eine Nutzung der bisher eher konventionell genutzten Flächen kann auch nach einer Wiedervernässung erfolgen. Moor-PV und Paludikulturen können in direkter Kombination oder in verschiedenen Bereichen nebeneinander umgesetzt werden, um weiterhin einen Beitrag zum Einkommen zu leisten.

Die entwässerten Moorböden müssen zum jeweiligen Gebotstermin, der von der Bundesnetzagentur bei Ausschreibungen festgesetzt wird, landwirtschaftlich genutzt worden sein, genauer:

Für „besondere Solaranlagen“ nach § 48 Absatz 1 Satz 1 Nummer 5 Buchstabe e) EEG müssen die entwässerten Moorböden 24 Monate vor der jeweiligen Inbetriebnahme landwirtschaftlich genutzt worden sein.

1.3 Weshalb trägt Moor-PV zur Wiedervernässung von trockengelegten Moorflächen bei?

Die Erwartungen an Moor-PV für den Klimaschutz, als erneuerbare Energie, als Beitrag zum Erhalt der Biodiversität und als landwirtschaftlich nutzbare Fläche sind vielfältig.

Laut Fraunhofer ISE beträgt das geschätzte technische Potenzial von Moor-PV in Deutschland zwischen 440 - 880 GWp.¹⁸ Die Nutzung dieser Flächen für die Stromerzeugung kann eine Wiedervernässung für Landwirtschaftsbetriebe attraktiver machen, da sie einen relevanten finanziellen Beitrag zur Realisierung von großflächigen Wiedervernässungen leisten kann. Auch im Mooratlas der Succow-Stiftung wird Moor-PV als Beitrag zum Schutz und zur Regeneration von Moorflächen erkannt und beschrieben. Bislang jedoch werden die notwendigen Wiedervernässungen von Moorböden bei der Anlagenplanung häufig nicht mitgedacht und schon gebaute Anlagen sind daher nicht an eine Wiedervernässung des Bodens angepasst.

Aktuell fehlen noch geeignete Demonstrationsflächen. Mit dem EEG 2023 sind PV-Anlagen auf wiedervernässten Moorböden förderfähig [Gemäß § 37 Abs. 1 Nr. 3 Buchst. e) und § 48 Abs. 1 Satz 1 Nr. 5 Buchst. e) EEG 2023]. Voraussetzung für die Förderung ist, dass die Flächen

¹⁸ <https://www.ise.fraunhofer.de/de/leitthemen/integrierte-photovoltaik/moor-pv.html>

vorher entwässert und landwirtschaftlich genutzt worden sind und mit der Errichtung der Solaranlage dauerhaft wiedervernässt werden¹⁹. Eine besondere Herausforderung besteht darin, dass sich nach der Wiedervernässung in Mooren eine geschlossene Vegetation bilden muss, um den Torfboden zu schützen. Für die Installation der PV-Anlage bedeutet dies, dass ausreichend Licht den Boden erreichen muss, die Pflanzenentwicklung die Anlage aber nicht verschatten darf. Das Greifswald Moor Centrum (GMC) spricht sich derzeit noch dafür aus, Moor-PV vorerst nur auf stark degradierten Böden zu errichten und auch in der Ausdehnung zu beschränken. Weitere wissenschaftliche Untersuchungen sind notwendig, um die gegenseitigen Auswirkungen zwischen nassem Moor und PV-Anlagen genauer beschreiben zu können.

1.4 Wiedervernässung der Moorböden:

Die Moorböden müssen mit der Errichtung der „besonderen Solaranlagen“ dauerhaft wiedervernässt werden, damit das Ziel von Moor-PV, entsprechend dem EEG die CO₂ Speichermöglichkeiten von Mooren zu reaktivieren, erreicht wird.

Der Schlüssel im Management der Fläche, um die gewünschten CO₂-Speichermöglichkeiten zu aktivieren, ist das Wasser. Eine Wiedervernässung von Moorböden ist gleichbedeutend mit der Verringerung von CO₂-Emissionen. Dafür muss der Wasserstand gezielt und geregelt erhöht werden. Für die Landwirtschaft bedeutet das, dass die historische Urbarmachung durch Trockenlegung von weiten Landstrichen, die im 18. Jahrhundert begonnen hat, rückgängig gemacht wird. Deutschlandweit betrachtet würde das exemplarisch bedeuten, dass mit der Wiedervernässung von 1 Mio. Hektar jährlich eine Verringerung von ca. 20 Mio. t CO₂-Äquivalenten erreicht werden kann.²⁰ Diese Absenkung würde in erster Linie dem LULUCF Sektor angerechnet werden.

Um das Spannungsfeld zwischen Flächenbedarf für die Produktion und der Wiedervernässung aus Klima- und Naturschutzgründen aufzulösen, müssen Lösungen gefunden und erprobt werden. Diese Lösungen müssen auch für die landwirtschaftlichen Betriebe wirtschaftlich tragbar und umsetzbar sein. Einen Beitrag zur Finanzierung von großflächigen Wiedervernässungen kann die Moor-PV leisten.^{21,22}

¹⁹ <https://www.energiezukunft.eu/erneuerbare-energien/solar/photovoltaik-auf-wiedervernaessten-mooren/>

²⁰ https://www.dehst.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/factsheets/factsheet_Moore.pdf?__blob=publicationFile&v=3

²¹ https://www.succow-stiftung.de/fileadmin/Ablage/Projekte/Mooratlas_final/Mooratlas2023_Web_20230106.pdf

²² https://www.greifswaldmoor.de/files/dokumente/Infopapiere_Briefings/Positionspapier_PV-auf-Moor_fin.pdf

Eine Wiedervernässung liegt nach der Festlegung der Bundesnetzagentur (Az. 4.08.01.01/1#4) vor, wenn **Mindestwasserstände** von 10 cm unter Flur im Winter und 30 cm unter Flur im Sommer erreicht werden.²³

Das Greifswalder Moor Centrum erläutert eine klimafreundliche Wiedervernässung genauer und definiert sowohl **mittlere Wasserstände** als auch **Mindestwasserstände**.

Die Wiedervernässung muss darauf abzielen, dass im Torfkörper im Sommerhalbjahr (April – September) ein **mittlerer Wasserstand** von 10 cm unter Flur oder höher und **Mindestwasserstände** von maximal 30 cm unter Flur erreicht werde. Das heißt, im Sommerhalbjahr bei Trockenperioden ist kurzfristig eine Absenkung des Wasserstandes von bis zu 30 cm akzeptabel. Im Winterhalbjahr (Oktober – März) sollten die **Mindestwasserstände** maximal 10 cm unter Flur erreichen. Zudem sollten die Wiedervernässungs- und die Anlagenplanung darauf abzielen, dass sich wieder moortypische Vegetation etablieren kann. Außerdem müssen die Flächen zeitgleich (nicht erst im Anschluss) mit der Errichtung der Solaranlagen dauerhaft wiedervernässt werden und dürfen die Wiedervernässung angrenzender Moorflächen nicht verhindern.²⁴



Abbildung 3: Beispiel für eine PV-Anlage mit Wiedervernässung in Lottorf im Kreis Schleswig-Flensburg. Das Unternehmen Wattmanufactur hat die Anlage 2021 auf zuvor intensiv landwirtschaftlich genutztem Moorboden gemäß einem Konzept zur Wiedervernässung realisiert und betreibt sie. (Bildrechte © Wattmanufactur, <https://wattmanufactur.de/image/best-practice/lottorf/energie-pano-lottorf.webp>)

²³https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/Ausschreibungen/Solar1/BesondereSolaranlagen/Festlegung.pdf?__blob=publicationFile&v=1

²⁴ https://www.greifswaldmoor.de/files/dokumente/Infopapiere_Briefings/Positionspapier_PV-auf-Moor_fin.pdf

2 Auswirkungen von Moor-PV auf weitere Schutzgüter

2.1 Fläche als limitierender Faktor

Neben der „klassischen“ Wiedervernässung und Ausweisung als Naturschutzgebiet werden in Zukunft auch die oben beschriebenen alternativen Bewirtschaftungsformen eine Rolle spielen, die es der Landwirtschaft weiterhin ermöglichen, die Flächen zu bewirtschaften und Einkommen zu generieren.

In der Abwägung der Wirkung einer Vernässung bei einem Schutzgebiet und einer landwirtschaftlichen Weiternutzung, wird aus rein naturschutzfachlicher Sicht eine Fläche ohne Bewirtschaftung oder extensiver Beweidung, die sich zu einem natürlichen Moorökosystem entwickelt, höher gewichtet werden. Eine Kombination mit PV wird in Naturschutzkreisen maximal als zweitbeste Variante gesehen (vgl. hierzu die gesammelten Ausführungen des Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende).²⁵

Es gilt zudem zu berücksichtigen, in welchem ökologischen Zustand die Fläche vor einer Wiedervernässung bereits war. So kann auch auf trockengelegten Moorböden eine hohe Biodiversität vorhanden sein. Eine sorgsame Abwägung mit entsprechender Begutachtung ist erforderlich und es müssen sowohl Naturschutzrecht als auch das Artenschutzrecht berücksichtigt werden.

Die Wiedervernässung einer Fläche geht auch immer einher mit einem Eingriff in den Wasserhaushalt und hängt von der Wasserverfügbarkeit ab. Eine Wiedervernässung ist selten eine punktuelle Maßnahme ohne Einfluss auf Nachbarflächen. Aktuelle Praxiserfahrungen bei Wiedervernässungsprojekten der Bayrischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)²⁶ haben jedoch gezeigt, dass angrenzende Flächen in deutlich geringerem Ausmaß von Wasseranstau betroffen sind als häufig angenommen, da die horizontale Durchlässigkeit der Böden oft stark reduziert ist. Entsprechende Kontrollpegel auf den umliegenden Flächen und die Möglichkeit der Wasserstandsregulierung können hier Sorgen nehmen, Risiken abmildern und bei Bedarf die Bewirtschaftung kurzfristig ermöglichen. Im Idealfall werden durch detaillierte Flächenplanungen und ein hydrogeologisches Gutachten negative Auswirkungen vermieden.

2.2 Naturschutzfachliche Aspekte in Bezug auf Moor-PV

Flächenversiegelung

Eine Versiegelung ist eine vollständige Oberflächenabdichtung des Bodens. Solarparks versiegeln in der Regel nur sehr geringe Flächenanteile. Ein Großteil der Infrastruktur wie beispielsweise das Trafogebäude sollte zudem außerhalb der wiedervernässten Fläche eingerichtet werden. Je nach gewählter Bauweise des Trägersystems beträgt die tatsächliche Versiegelung lediglich zwischen ein und drei Prozent der Fläche. Bei klassischen Freiflächenanlagen werden Pfähle gerammt, das ist auch eine Möglichkeit für Moor-PV-Systeme (siehe Kapitel 4

²⁵ <https://www.rvbo.de/Projekte/Freiflaechensolaranlagen>

²⁶ Vorträge der LfL Tagung DAFA, Potsdam 11-14.03.2024

Welche Solaranlagen sind geeignet). Bei komplexeren Anlagen wie z. B. PV-Trackersystemen (die der Sonne nachgeführt werden) muss für die Standsicherheit in der Regel eine Baugrube ausgehoben und ein Stahlfundament eingelassen werden und daher sind diese Systeme für Moor-PV nicht geeignet. Für Zufahrtswege oder Wartungswege in Solarparks wird in der Regel eine wasserdurchlässige Oberfläche gewählt.²⁷

²⁷ KOMUNNUNAL topinform, 02/2023, S. 30 ff

Landschaftsbild/Akzeptanz

Die Anlage von PV-Freiflächen ist ein sichtbarer Eingriff in das Landschaftsbild. Mit einer guten Einbettung in die natürlichen Gegebenheiten (z. B. Installation eher in Tälern als auf Hügeln, Nutzen der natürlichen Vegetation (Sträucher, Bäume)) lässt sich der optische Eingriff deutlich abmildern. Für eine Sicherstellung der Projektunterstützung durch die umliegenden Kommunen und die dort wohnenden Bürger*innen sind eine frühzeitige Einbindung und akzeptanzfördernde Maßnahmen erforderlich. Notwendig sind zumeist ein Flächennutzungsplan (FNP) sowie ein Bebauungsplan (BP), bei denen es ein vorgeschriebenes Beteiligungsverfahren gibt. Nachvollziehbare Bewertungsschritte können die Transparenz und damit die Akzeptanz der Bewertungsergebnisse steigern sowie die Planungssicherheit für Projektierer verbessern.²⁸

2.3 Biodiversitätsspezifische Aspekte in Bezug auf Moor-PV

Naturschutzfachliche Empfehlungen²⁹:

Zukünftige ökologische Mindestanforderungen an Moor-PV und darüberhinausgehende Maßnahmen können aus naturschutzfachlicher Sicht wertvoll sein. Ursprünglich sah der Entwurf des **Solarpakets 1** die Einführung der Biodiversitäts-PV als eigenständigen Anlagentyp vor, der durch zusätzliche Vergütungen gefördert werden sollte. Dieses Konzept wurde jedoch im finalen Gesetzestext nicht übernommen. Stattdessen wurden allgemeine **naturschutzfachliche Mindestkriterien** für alle Freiflächen-Photovoltaikanlagen festgelegt. An diesen könnten sich Empfehlungen für Moor-PV Anlagen orientieren.

Naturschutzfachliche Mindestkriterien:

Betreiber von PV-Freiflächenanlagen müssen nun mindestens drei der folgenden fünf Kriterien erfüllen:

1. **Begrenzung der Modulfläche:** Maximal 60 % der Gesamtfläche dürfen von Modulen bedeckt sein.
2. **Biodiversitätsfördernde Pflege:** Entweder maximal zweischürige Mahd mit Abräumen des Mahdguts oder biodiversitätsfördernde Beweidung.
3. **Durchgängigkeit für Tiere:** Anlage von Wanderkorridoren für Großsäuger bei großen Anlagen und Sicherstellung der Durchlässigkeit für kleinere Tierarten. Bei Moor PV teilweise nicht notwendig, da auf einen Zaun verzichtet werden kann.
4. **Biotopelemente:** Anlage von standortangepassten Biotopelementen auf mindestens 10 % der Fläche.

²⁸ https://www.naturschutz-energiewende.de/wp-content/uploads/KNE_Auswirkungen-von-Solarparks-auf-das-Landschaftsbild_11-2020.pdf

²⁹ https://www.natur-und-erneuerbare.de/fileadmin/Daten/Download_Dokumente/BfN-Positionspapier/2022-eckpunkte-fuer-einen-naturvertraeglichen-ausbau-der-solarenergie-bfn.pdf

5. **Bodenschonender Betrieb:** Verzicht auf Pflanzenschutz- und Düngemittel sowie Verwendung biologisch abbaubarer Reinigungsmittel.

Da sich einige der Effekte, wie zum Beispiel die Bodenruhe oder der Verzicht auf Pestizide, auch auf Moor-PV-Flächen wiederfinden lassen, werden einige Konzepte übertragbar sein. Andererseits unterscheiden sich die Flächen stark voneinander und deshalb sollten für Moor-PV spezifische Maßnahmen entwickelt und geprüft werden. Das ist Thema für zukünftige Untersuchungen.

Das Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende KNE gGmbH empfiehlt, vor allem auf folgende Punkte zu achten:³⁰

Mögliche Maßnahmen (Auswahl)

- Erhalten schutzwürdiger Lebensräume und Habitate (zielartenspezifisch)
- Barrierewirkung durch angepasste Umzäunung vermeiden (Durchlässe oder Bodenabstand)
- Bauzeitenbeschränkungen; Bodenschutz → ökologische Baubegleitung
- Freihaltung von Bereichen
- max. Überstellungsgrad (50-60 %; optimiert: 40 %)
- Mindestreihenabstände (3-5 Meter, 0,80 m Unterkante Modultische)
- Verbot von Dünger und Pestiziden
- Extensive Flächenpflege etablieren
- Einhaltung der Festsetzungen im B-Plan kontrollieren

Zonierung hilft und unterstützt Biodiversität

Moor-PV ist nicht als zusätzlicher Flächenpool für Solarfreiflächen zu verstehen, die in bereits existierenden Schutzgebieten gebaut werden können. Es geht vielmehr um die Realisierung von Wiedervernässungskonzepten unter Einbindung der Landwirtschaft für trockengelegte landwirtschaftlich genutzte Flächen. Auf aus naturschutzfachlicher Sicht sensiblen Flächen (z. B. Schutzgebiete oder Gebiete mit Populationen bedrohter Arten und Flächen in deren näherem Umfeld) oder auf Flächen, bei denen eine Renaturierung hohe Priorität genießt, eignet sich Moor-PV bedingt (nur in Randbereichen) oder gar nicht.³¹

Eine Zonierung bei großflächigen Wiedervernässungen beinhaltet verschiedene Nutzungsarten, die sich zum einen gegenseitig finanzieren können und zum anderen die verschiedenen

³⁰ KNE gGmbH Vortrag von Dr. Julia Wiehe, PV auf wiedervernässten Moorstandorten – geht das naturverträglich? Abschlussveranstaltung Modellprojekt Gnarrenburger Moor, LBEG Niedersachsen

³¹ <https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/84948>

Interessen und Bedürfnisse der Nutzungsgruppen berücksichtigen. Damit können die Akzeptanz von großflächigen Wiedervernässungen gesteigert und die Auswirkungen der Einzelmaßnahmen ausgeglichen werden.

Moor-PV-Bereiche im Randbereich tragen zur Finanzierung der Gesamtmaßnahme bei oder bieten den Flächeneigentümern Einkommensmöglichkeiten.

„Paludikulturen (siehe Kapitel 3.2) können in feuchteren Gebieten auch großflächig umgesetzt werden und ermöglichen Landwirten eine angepasste Nutzung – zum Beispiel durch Weidehaltung oder den Anbau von Dauerkulturen.“ Besonders Nasse und für den Naturschutz wertvolle Bereiche sollten von einer Bewirtschaftung ausgenommen werden oder nur in enger Abstimmung mit dem Naturschutz erfolgen.

3 Wie können Betriebe von Moor-PV profitieren?

Die Vorteile von Moor-PV für landwirtschaftliche Betriebe sind vielfältig. In erster Linie bieten sie eine weitere Nutzungsoption für zukünftig wiedervernässte Böden. Zum anderen können Landwirte durch die Wiedervernässung eine Anpassung ihrer Landwirtschaft an den voranschreitenden Klimawandel vollziehen. Eine Wiedervernässung kann sich positiv auf den Wasserhaushalt in der Landschaft auswirken. Durch die gleichzeitige Nutzung von wiedervernässten Moorböden für die Stromerzeugung und den Klimaschutz können Landwirt*innen und Betriebe von den folgenden Vorteilen profitieren:

- **Zusätzliche Einnahmen:** Die Errichtung von Moor-PV-Anlagen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen kann zusätzliche Einnahmen für den Flächenbesitzer generieren. D.h. es gibt eine Vergütung für den eingespeisten Strom und der Betrieb kann darüber hinaus/zudem z.B. Paludikulturen anbauen und vermarkten. Die Wirtschaftlichkeit kann deutlich durch den Eigenverbrauch des Stromes gesteigert werden, dafür muss aber der Betrieb, der den Strom nutzen kann, in der Nähe der Anlage sein.
 - Zur Abschätzung der Erträge kann man pro Hektar PV-Freifläche mit ca. 1 MW installierter Leistung und Erträgen von 1.000 kWh/kWp → 1 Million kWh rechnen. Bei Moor-PV sollte der Abstand zwischen den Modulen größer sein als bei Freiflächen-PV-Anlagen. Dadurch bedingt sich ein geringerer Ertrag und die Installation erfordert Mehraufwand bei Material und Umsetzung, deshalb sind Moor-PV-Anlagen sogenannte „besondere Solaranlagen“ nach dem EEG und werden speziell gefördert. Gefördert wird Moor-PV mit einem eigenen Höchstwert von 9,5 ct/kWh für besondere Solaranlagen (unter anderem Moor-PV) in den Ausschreibungen für PV-Freiflächenanlagen.
 - Ein Beispiel für Moor PV ist die Anlage in Lottorf (Schleswig-Holstein). Diese hat folgende Leistungs- und Ertragsdaten:³²

³² <https://wattmanufactur.de/moor-pv.html>

- Installierte Leistung: 17,1 MWp
- Jahresertrag: 20 Mio. kWh
- Verbaute Solarmodule: 36.151
- Versorgte Haushalte: 6.441

Weiterhin ist auch die Kombination von Viehhaltung mit PV auf feuchten Standorten eine interessante Option:

- Mit einer möglichen Zonierung der Flächen können auch auf den angrenzenden Flächen (mit PV-Freifläche) und während der Übergangszeiten für die Pflege und Entwicklung an nassen Boden angepasste Nutztierassen in unterschiedliche Formen des Weidemanagements gewählt werden. Für die Wahl der PV-Anlage bedeutet das, dass die entsprechenden Sicherungsmaßnahmen (z.B. Verbissschutz oder Standfestigkeit) von Anfang an mitzudenken sind. Für eine flächenhafte Umsetzung in der Landwirtschaft bedarf es noch weiterer Machbarkeitsstudien und einer detaillierten Analyse der Potentiale.
- Vermarktung des Beitrages zum Klimaschutz: Die Wiedervernässung von Moorböden durch Moor-PV-Anlagen trägt zur Reduktion von Treibhausgasemissionen bei. Dieses Engagement kann auch bei der Vermarktung der Produkte (Strom, Fleisch, Paludibiomasse) kommuniziert werden.
- Kein Nutzungsverzicht: Bei Wiedervernässung in Kombination mit PV entstehen keine Nutzungsverzichte, sondern ein Zusammenspiel von erneuerbarer Stromerzeugung und Klimaschutzzielen.
- Für den Betreiber hier gendern? sind auch die Pflege und Wartung der Anlage wichtig. Dafür müssen passende Fahrzeuge im Betrieb oder beim Maschinenring vorhanden sein oder angeschafft werden, die für die Bewirtschaftung der moorigen Böden geeignet sind. Pflege- und Wartungsmaßnahmen müssen also von Anfang an mitgeplant werden, damit z.B. die Abstände zwischen den Modulen nicht zu schmal für das vorgesehene Fahrzeug sind.

3.1 Moore als geldwerte CO₂-Speicher?

Unter dem Stichwort Carbon Farming³³ oder klimaefiziente Landwirtschaft werden die Möglichkeiten der Landwirtschaft zusammengefasst, CO₂ aus der Atmosphäre in den Böden zu binden. Die Europäische Union möchte im Rahmen des Green Deals den Landnutzungssektor motivieren, mit Klimaschutzmaßnahmen einen Beitrag zur Transformation zu leisten. Aktuell bieten die GAP (Gemeinsame Agrarpolitik der EU) im Allgemeinen, Agrarumweltprogramme wie FAKT II im Speziellen Anreize für Klimaschutz in der Landwirtschaft.

³³ https://climate.ec.europa.eu/eu-action/sustainable-carbon-cycles/carbon-farming_de

Dazu zeigt die private regionale Wirtschaft zunehmend Interesse, ihre nicht reduzierbaren Emissionen in der Region zu kompensieren. Sie ist daher zunehmend bereit, Zahlungen für Maßnahmen auch in der Landwirtschaft als freiwilligen Beitrag (außerhalb der Anrechnung im LULUCF-Sektor oder von CO₂-Zertifikaten im Rahmen des Zertifikatenhandel) zu tätigen.

Die Landwirtschaft verfügt über weitere Möglichkeiten, ihre Flächen klimaeffizient zu entwickeln:

- Agroforstwirtschaft und andere Formen des landwirtschaftlichen Mischbetriebs, bei denen Holzgewächse (Bäume oder Sträucher) mit Systemen der pflanzlichen und/oder tierischen Erzeugung auf derselben Fläche kombiniert werden.
- Die Verwendung von Zwischenfrüchten und Deckpflanzen, die konservierende Bodenbearbeitung und die Etablierung von mehr Landschaftselementen.
Ziel ist die Verringerung des Bodenverlustes durch Erosion und Verbesserung der organischen Kohlenstoffspeicherung im Boden, was ein Beitrag zum Bodenschutz ist.
- Umwandlung von Ackerflächen in Brachland oder von stillgelegten Flächen in Dauergrünland.

Ein Report³⁴ zur Einrichtung und Umsetzung von Programmen für eine klimaeffiziente Landwirtschaft in der EU, der private Akteure und öffentliche Behörden bei der Einführung von Initiativen zur klimaeffizienten Landwirtschaft unterstützen soll, wurde veröffentlicht. Eine Überführung in die GAP ist in Arbeit und die Mitgliedsstaaten erarbeiten nationale Empfehlungen. Eine vollständige Implementierung wird für die nächste Periode nach Auslaufen der GAP 2023-2027 für das Jahr 2028 erwartet.

Ferner braucht es einen weiterführenden Anreiz, wie zukünftig für den landwirtschaftlichen Betrieb die Messung der CO₂-Speicherung erfolgen kann und wie das tatsächlich gespeicherte CO₂ vergütet werden kann bzw. die CO₂-Einsparung für den Betrieb lohnenswert wird. Der EU-Rat und das Parlament einigten sich am 8. März 2024 auf die Einrichtung eines Unionsrahmens für die Zertifizierung von CO₂-Entnahmen. Hierunter fällt dann auch die vorübergehende CO₂-Speicherung durch klimaeffiziente Landwirtschaft (z.B. Wiedervernässung von Moorböden). Delegierte Rechtsakte und Durchführungsrechtsakte werden derzeit erarbeitet. Dies könnte die Basis für ein Finanzierungstool für Wiedervernässungsprojekte werden.

Beispiele für Zertifikate:

MoorFutures³⁵ sind freiwillige bezogene Kohlenstoffzertifikate, die die Emissionsreduktionen nach Wiedervernässung von Mooren abbilden. Diese Zertifikate werden als Kompensation für unvermeidbare Emissionen an Unternehmen, Organisationen und Einzelpersonen verkauft. Über die Einnahmen werden Wiedervernässungsmaßnahmen finanziert. Die MoorFutures gibt es zurzeit aus einem Moor in Schleswig-Holstein und von der Rehwiese in Brandenburg.

³⁴ https://climate.ec.europa.eu/document/download/b0fc5b79-92b3-4ec1-89ba-3846158e904a_de?filename=policy_forest_carbon_report_en.pdf

³⁵ [https://www.biooekonomie-bw.de/fachbeitrag/aktuell/klimaschutzfaktor-moore-CO₂-bindet-statt-freisetzen](https://www.biooekonomie-bw.de/fachbeitrag/aktuell/klimaschutzfaktor-moore-CO2-bindet-statt-freisetzen)

Weitere Zertifikate gibt es von <https://klimamoor.de/zertifikate/> und <https://www.to-moorow.org/>.

Es gibt auch andere theoretische Einnahmemodelle für Kohlenstoffspeicherung, wie Humuszertifikate oder Biodiversitätszertifikate, die teilweise in der Entwicklung oder in Planung sind, auf die hier nicht im Detail eingegangen werden kann.

3.2 Paludikultur in der Landwirtschaft

Eine Möglichkeit, Landwirtschaft und Moorschutz zu vereinen, ist die Paludikultur³⁶. Diese Bewirtschaftungsform ist vorrangig auf wiedervernässten Moorböden ohne Schutzstatus geeignet. Das Konzept zur Moorbewirtschaftung ist auf hohe Wasserstände ausgelegt. Biomasse aus Paludikultur bietet z. B. die Möglichkeit, stofflich als Papier oder Dämmung verwertet zu werden oder auch regional die Energieversorgung auf erneuerbare Ressourcen umzustellen. Sie kann auch als Rohstoff für die Bau- und Möbelindustrie verwertet werden. Generell eignen sich je nach realisierbarem Wasserstand unterschiedliche Kulturen. Zum Anbau im Niedermoor eignen sich zum Beispielmehrfährige und für Überstau tolerante Arten wie Schilf, Röhricht, Großseggenried, Schwarzerlen oder im Hochmoor-Torfmoose.

In der Kohlenstoffbilanz wird bei der Verbrennung der angebauten Produkte nur Kohlenstoff der Atmosphäre zugeführt, der im letzten Jahr in der Biomasse gebunden wurde und nicht wie im Holz über Jahrzehnte. Bei einer möglichen stofflichen Nutzung ist die Speicherung des Kohlenstoffs langfristig. Eine Torfbildung ist trotz oberirdischer Ernte langfristig möglich, denn die Pflanzen (zumindest bei Schilf, Rohrkolben Seggen und Torfmoosen möglich) bilden Torf durch ihre Wurzeln, die nicht mitgeerntet werden. Sie verbleiben im nassen Boden und werden über die Jahrzehnte zu Torf.³⁷ Geerntet wird die Biomasse mit Spezialfahrzeugen, die in dem feuchten Terrain einsatzfähig sind. Zu beachten bei der Mahd sind hier insbesondere die Brutzeiten der Vögel sowie mögliche negative Auswirkungen auf andere Tiere.

3.3 Paludikultur und Moor-PV

Die Wahl der PV-Anlagentechnik und des Pflanzmaterials bedingt sich gegenseitig. Für einen möglichst hohen Stromertrag dürfen die PV-Module nicht beschattet werden. Schilf, Röhricht, Großseggenriede oder Rohrglanzgras mit Wuchshöhen zwischen 50 cm und über einem Meter bedürfen einer höher aufgeständerten Anlagentechnik und verlangen nach einem entsprechenden Mahd- und Bewirtschaftungssystem. Torfmoose, die mit wenigen Zentimetern Wuchshöhe und z. B. als Pflanzeerde-Ersatzstoff genutzt werden, haben keinen direkten Einfluss auf die Anlage, dennoch muss eine Beerntung jederzeit möglich sein. Hochmoore in Deutschland, in denen Torfmoose vorkommen können, sind meist geschützt und kommen damit nicht für die Solare Nutzung in Frage.

³⁶ <https://www.boell.de/de/2023/01/10/paludikultur-bewirtschaftung-von-nassen-mooren>

³⁷ <https://www.boell.de/de/2023/01/10/moore-und-energie-verbrannte-erde>

Im Gegenzug sind die Module so aufzubauen, dass auch für die Paludikulturen genügend Licht auf den Boden gelangt. Entsprechende Reihenabstände oder vertikal aufgeständerte Module eignen sich dafür.

Wichtig ist zu beachten, dass für die landwirtschaftliche Bewirtschaftung zum einen die Anschaffung von Spezialmaschinen nötig ist und zum anderen, dass auch ein Absatzmarkt für die Erzeugnisse aus der Anbaubiomasse vorhanden sein bzw. gefunden werden muss.

4 Welche Solaranlagen sind geeignet

Das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE hat ein Konzept für Moor-PV-Anlagen entwickelt, das sich am Prinzip der Floating-PV (FPV) -Technologie orientiert. Die PV-Module befinden sich auf einer schwimmfähigen Unterkonstruktion, welche periodischer Flutung ausgesetzt ist. Jedoch sollte dann sichergestellt werden, dass der Torfwuchs nicht durch ständige Bewegungen im Moorkörper gestört wird (vgl. Abbildung 4). Alternativ können die Pfosten für die Module klassisch in den Boden gerammt werden. Sie müssen dann aber durch die Moorschicht hindurch in den festen Boden reichen und werden so relativ lang (vgl. Abbildung 5). Auch andere Unterkonstruktionen mit Bewegungsspielraum sind denkbar, die sich den Veränderungen im Moor anpassen (vgl. Abbildung 6). Hier besteht auch die Gefahr des Durchstechens der stauenden Bodenschicht, was zum Abfließen des Wassers führen würde. In der Moor-PV-Anlage Lottorf sind verzinkte Rampppfähle, die mit Epoxidharz beschichtet wurden (um widerstandsfähig gegen das meist saure Milieu zu sein), eingesetzt worden. Dies funktioniert bis zu 2,5 m Torfmächtigkeiten. Mögliche Verdrehungen in der Unterkonstruktion sind nicht auszuschließen, müssen aber auch nicht unbedingt weitere, negative Folgen haben.³⁸

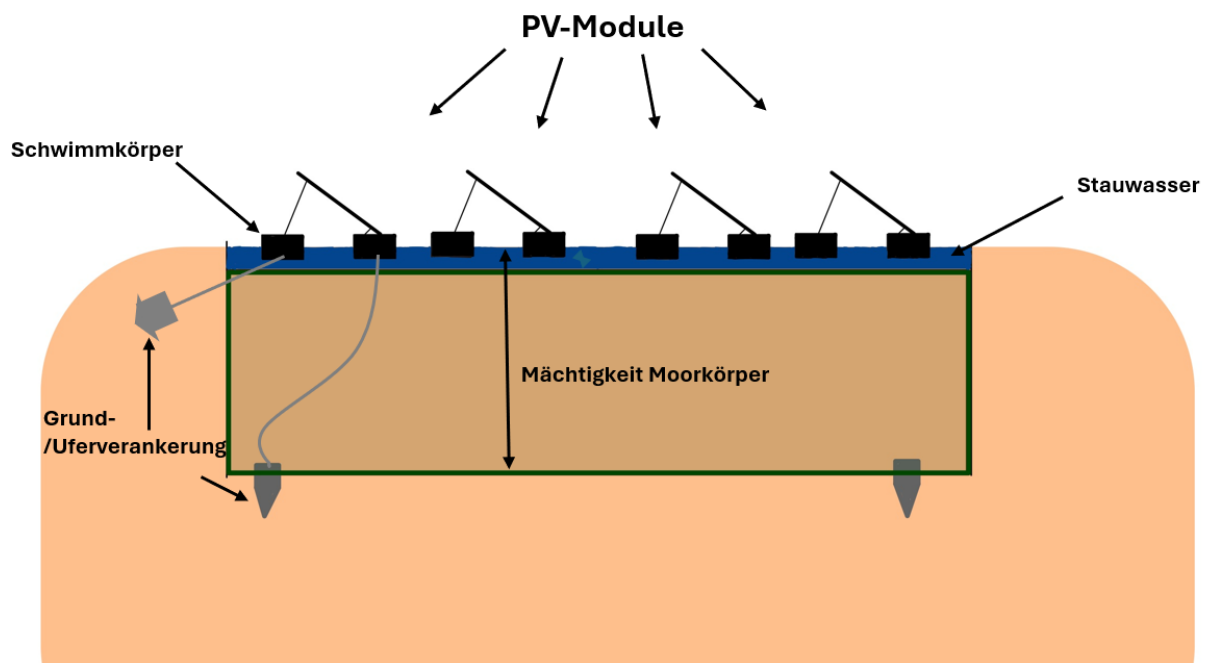


Abbildung 4. Schwimmende Moor PV-Anlage (Nach Fraunhofer ISE, <https://www.ise.fraunhofer.de/de/leitthemen/integrierte-photovoltaik/moor-pv.html>)

³⁸ <https://www.ndr.de/nachrichten/schleswig-holstein/Lottorf-Unter-dem-Solarpark-erholt-sich-das-Moor,solarpark244.html>

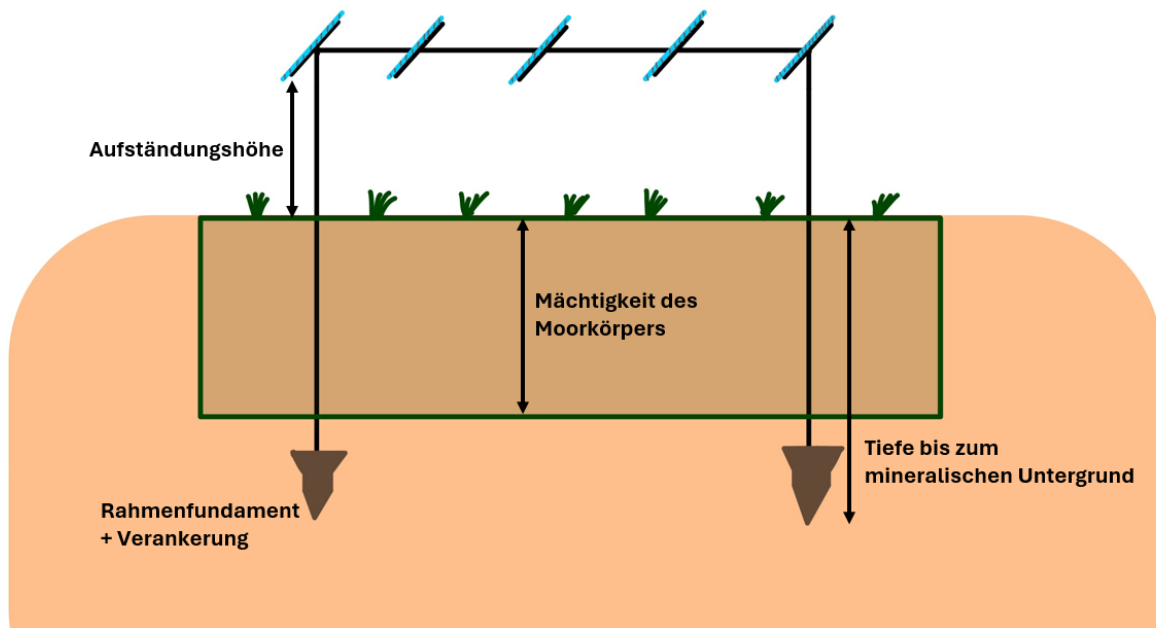


Abbildung 5: Moor-PV aufgeständert (Nach Fraunhofer ISE, <https://www.ise.fraunhofer.de/de/leitthemen/integrierte-photovoltaik/moor-pv.html>)

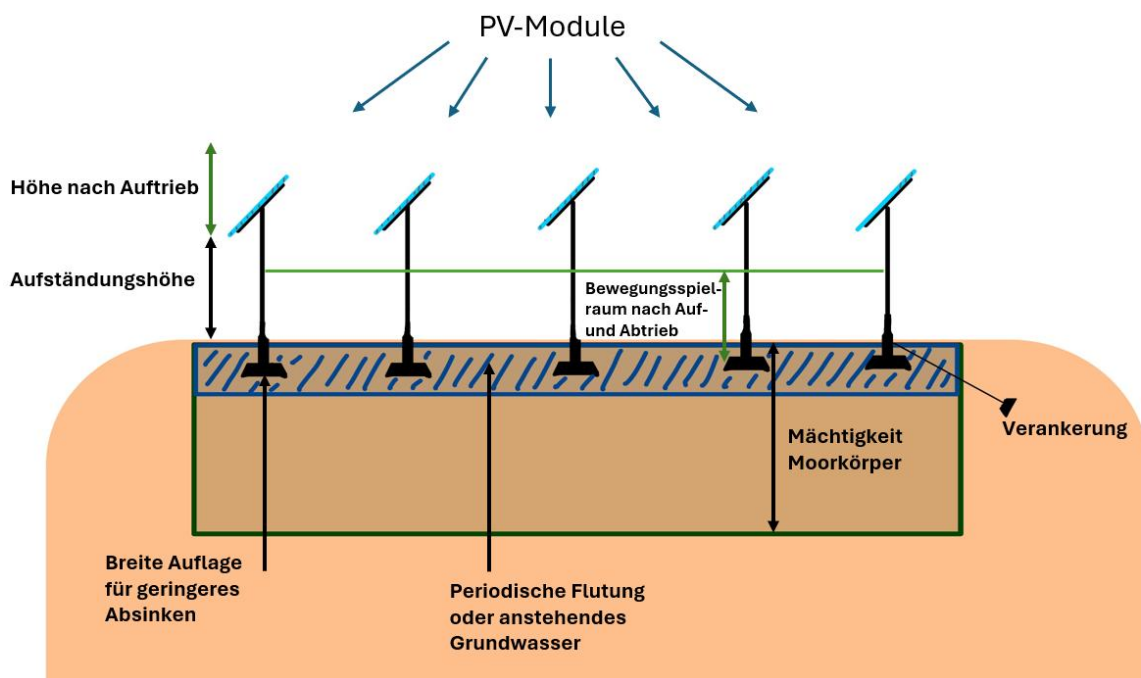


Abbildung 6: Moor-PV aufgeständert auf schwimmenden Pfosten (Nach Fraunhofer ISE, <https://www.ise.fraunhofer.de/de/leitthemen/integrierte-photovoltaik/moor-pv.html>)

Das heißt, bei der Planung und Umsetzung von Moor-PV muss für die bauliche Maßnahme die oxidative Wirkung des Milieus sowohl für die Tragegestelle, PV-Module und Kabelleitungen bedacht werden. Bei der Vegetation ist darauf zu achten, dass eine flächige, gesamthafte Bodendeckung möglich ist, das heißt, dass der Reihenabstand so gewählt werden muss, dass ausreichend Licht auf den Boden kommt.

Weiterhin ist für eine Torferhaltung ein dauerhaft hoher Wasserstand nötig (siehe Kapitel 1.4). Er sollte auch in Trockenperioden nicht auf mehr als 10 cm unter Flur fallen. Sehr hohe Wasserstände oder gar ein Überstau auf diesen Flächen macht die Wartung der PV-Anlage und den Rückbau schwierig.

Weitere technische Einrichtungen (z. B. Wechselrichter oder Netzanschlussleitungen) sollten möglichst nicht auf dem wiedervernässten Moorboden errichtet werden und die Wiedervernässung nicht verhindern, indem z. B. Kanäle oder Zuflüsse blockiert werden.

Das Greifswald Moor Centrum (GMC) weist darauf hin, dass die Errichtung der Solaranlagen bodenkundlich begleitet werden sollte, sofern nicht durch baurechtliche Vorgaben besondere Regelungen gelten. Eine verpflichtende bodenkundliche Begleitung durch akkreditiertes Fachpersonal nach DIN 19639 soll sicherstellen, dass alle bodenkundlichen Erfordernisse, die aktuell von der Kommission Bodenschutz des Umweltbundesamt erarbeitet werden, berücksichtigt werden. Dazu zählt, die Bodeneingriffe auf das geringstmögliche Maß einzugrenzen, die Bodenverdichtung beim Bau der Anlage zu minimieren sowie Anforderungen zum Schutz vor Stoffeinträgen in den Boden umzusetzen. So soll sichergestellt werden, dass die hydrologischen Eigenschaften des Torfkörpers nicht wesentlich negativ beeinflusst werden, die geringe Tragfähigkeit der Böden berücksichtigt wird sowie zusätzliche baubedingte Bodenverdichtung und weitere Torfmineralisierung vermieden werden.³⁹

5 Planung und Genehmigung von (Moor-) PV-Anlagen

Solaranlagen auf Moorböden sind nur in Verbindung mit einer dauerhaften Wiedervernässung der Fläche und einem torferhaltenden Wasserstand umzusetzen, wenn eine Förderung nach dem EEG angestrebt wird (nach § 37 Abs. 3 Satz 2 EEG 2023:). Vorsicht: Es besteht die Gefahr, das Projektierende PV-Anlagen auf Moorboden außerhalb des EEGs umsetzen und damit die Wiedervernässung nicht verpflichtend ist bzw. eventuell sogar eine Wiedervernässung dieser oder benachbarter Flächen verhindert. Die Wiedervernässung ist aufgrund der damit verbundenen erheblichen Treibhausgas (THG)-Minderungspotenziale immer vorrangig. Die Planung und Genehmigung von Solaranlagen auf Moorböden ist in ein Gesamtkonzept für die Land- und Wassernutzung im Bereich eines Moorkörpers inklusive Wassereinzugsgebiet einzubetten, das von Projektbüros oder Umsetzungsagenturen erstellt werden kann. Das bedeutet auch, dass große Bereiche von der Nutzungsänderung betroffen sind und damit vermutlich auch viele verschiedene Besitzer*innen der Moorflächen, aber auch der angrenzenden Flächen mit ins Boot geholt werden müssen. Im Rahmen der Genehmigung ist auf eine standortangepasste bodenschonende Durchführung der Bau- und Pflegemaßnahmen (geringe Beeinträchtigung des Bodengefüges und -aufbaus) zu achten bzw. diese durch entsprechende Auflagen zu gewährleisten. Essentiell ist für ein funktionierendes Moor die Wiedervernässung, deshalb sollten die Stauziele und weitere Maßnahmen, die das Wassermanagement betreffen,

³⁹https://www.greifswaldmoor.de/files/dokumente/Infopapiere_Briefings/2023_GMC-Stellungnahme%20Konsultation%20MoorPV_2023_Endf.pdf

in den Auflagen detailliert beschrieben sein. Weitere Möglichkeiten für die zuständige Kommune, die Ausgestaltung der Anlage zu definieren, sind ein entsprechender Bebauungsplan mit Umweltbericht (Umweltprüfung mit spez. artenschutzrechtlicher Prüfung, Vermeidung, Ausgleich), verpflichtende Festsetzungen, ein städtebaulicher Vertrag, oder auch freiwillige Vereinbarungen zwischen Betreiber und Kommune. Wichtig für Kommunen ist auch die neue Option nach § 6 Abs. 4 Satz 2 EEG 2023 eine finanzielle Beteiligung der Kommune mit 0,2 Cent/kWh an den Erträgen der Anlage.

Das Vorgehen bei der Planung von Moor-PV ist dem Vorgehen bei Freiflächen-PV-Anlagen sehr ähnlich. Wichtig ist, dass die Voraussetzungen, die in der Festlegung (Az. 4.08.01.01/1#4)⁴⁰ beschrieben sind, eingehalten werden. Essenziell ist der frühe Einbezug von Behörden und Gemeinden, vor allem des Wasserwirtschaftsamts (untere Wasserbehörde). Dieses sollte die angestrebten Mindestwasserstände nach der Umsetzung für die EEG-Förderung bestätigen (siehe Festlegung). Wenn dies nicht möglich ist, sind diese durch die Vorlage eines hydrologischen Gutachtens gegenüber dem Netzbetreiber nachzuweisen.³⁹

Offen bleibt hier jedoch, wann der Nachweis der erzielten Wasserstände erfolgen muss. Nach der Empfehlung des Greifswald Moor Centrum (GMC) sollte der Nachweis erstmals als Voraussetzung für die Inbetriebnahme der Solaranlage notwendig sein. Anschließend sollte ein jährlicher Nachweis erfolgen.⁴¹

Einen Überblick über die notwendigen Schritte zum Bau einer Freiflächen-PV-Anlage ist im Ablaufplan (Vorschau in Abbildung 7 für Freiflächen PV Anlagen des PV-Netzwerkes BW gezeigt, der unter <https://www.photovoltaiik-bw.de/themen/photovoltaik-freiflaechen> abgerufen werden kann.)

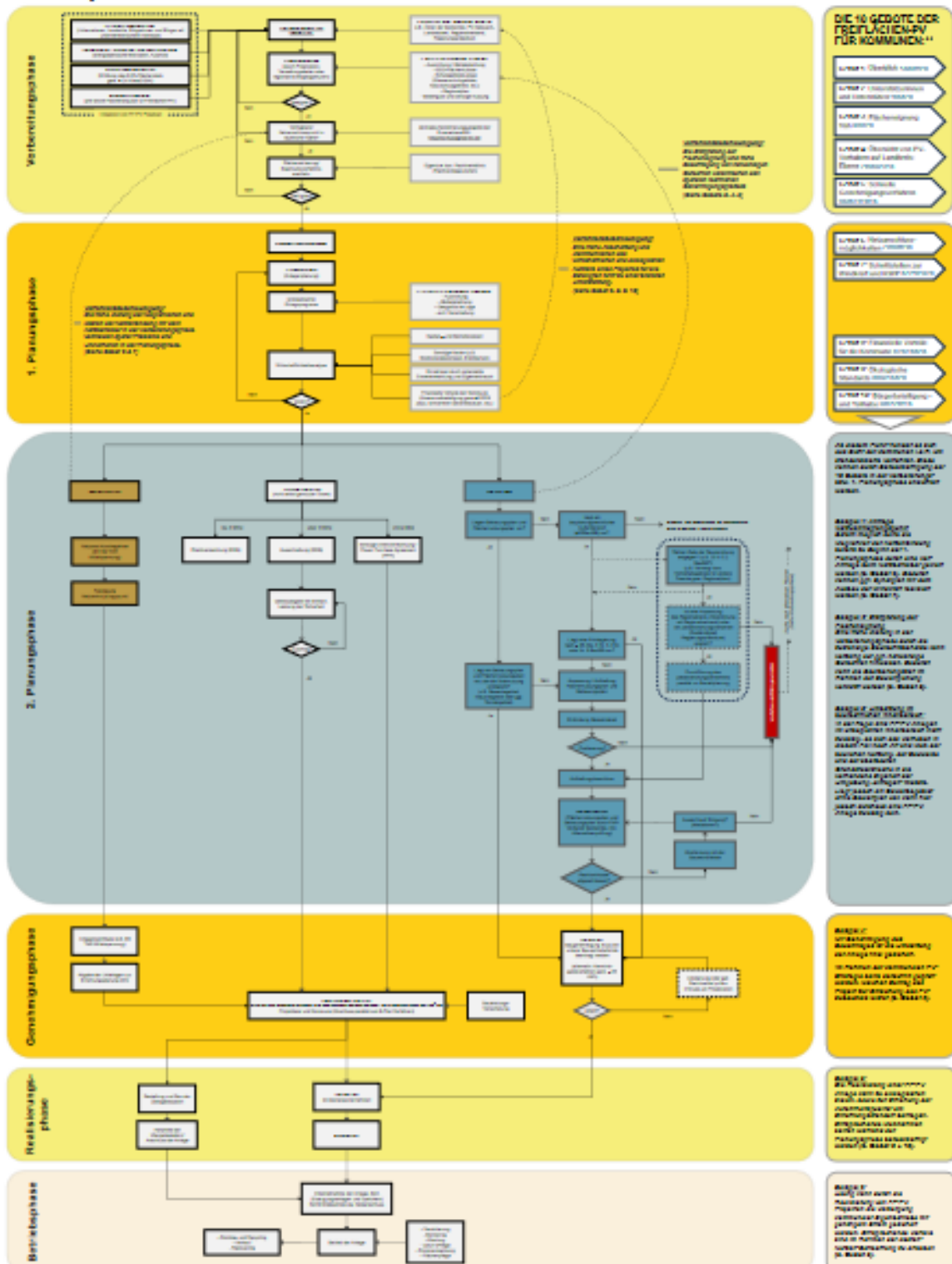
Die Vorbereitungsphase umfasst vor allem die Ermittlung der Flächenverfügbarkeit und der dort vorherrschenden Verhältnisse. Wenn die Besitzverhältnisse und das Wiedervernässungsvermögen durch ein hydrogeologisches Gutachten geklärt sind, kann in die erste Planungsphase übergegangen werden. Dort wird die Anlage grob geplant, um eine Wirtschaftlichkeitsanalyse durchführen zu können. Mit diesen Informationen (vor allem dem Ertrag) können dann der Netzanschluss angefragt werden, die Finanzierung durchgerechnet und der rechtliche Teil der Planung angegangen werden. Bei allen Phasen ist ein guter Kontakt zur Gemeinde, in der die Anlage geplant wird und zu den betroffenen Behörden hilfreich, um mögliche Probleme frühzeitig zu erkennen und lösen zu können. Letztlich ist bei der Inbetriebnahme der Anlage eine Voraussetzung, dass die Maßnahmen für eine dauerhafte Wiedervernässung abgeschlossen sein sollten. Dieser Ablaufplan sollte für Moor-PV (und eventuell andere besondere Solaranlagen nach dem EEG) überarbeitet und ergänzt werden. Da aber auch bei Moor-PV fast alle Punkte beachtet werden müssen, bietet er einen guten Einstieg in das Thema.

⁴⁰https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/Ausschreibungen/Solar1/BesondereSolaranlagen/Festlegung.html

⁴¹https://www.greifswaldmoor.de/files/dokumente/Infopapiere_Briefings/2023_GMC-Stellungnahme%20Konsultation%20MoorPV_2023_Endf.pdf

ABLAUFPLAN ZUR UMSETZUNG VON FREIFLÄCHEN-PV ANLAGEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Eine Realisierung des Photovoltaik-Gr-Kommunals¹ stellt beispielhaft dar.



Version 2.0, Stand März 2024

¹ Realisiert auf Grundlage der 10 Punkte, die in der Broschüre des Photovoltaik-Netzwerks

Abbildung 7: Vorschau des Ablaufschemas Planung/Genehmigung (in voller Größe unter <https://www.photovoltaik-bw.de/themen/photovoltaik-freiflaechen> downloadbar)

6 Fazit

Aus Klimaschutzgründen ist eine großflächige Wiedervernässung unserer landwirtschaftlich genutzten Moorböden unbedingt notwendig. **Denn jeder Hektar renaturiertes Moor spart jährlich rund 10 t CO₂ ein, knapp so viel, wie jeder und jede Bürger*in im Durchschnitt pro Jahr verursacht.**⁴²

Das Land plant in seiner Moorschutzstrategie daher auch die Wiedervernässung von 43.000 ha bis 2040 – dies sind 95% aller Moorflächen in Baden-Württemberg. Um dieses ambitionierte Ziel zu erreichen, kann Moor-PV durch die zu erwartende hohe Wirtschaftlichkeit und damit gegebene Attraktivität, einen wertvollen Beitrag leisten und die Realisierungschancen für großflächige Wiedervernässungen steigern.

Nicht zu vernachlässigen sind jedoch aktuell noch bestehende Unsicherheiten und Herausforderungen sowohl technischer als auch praktischer Natur. Es besteht noch umfangreicher Erprobungs- und Forschungsbedarf, um offene Fragen abschließend klären zu können. Dazu gehören Fragen zur Auswirkung einer Wiedervernässung auf die technischen Anlagen (Unterkonstruktion, Reihenabstände, Wartung etc.) sowie Fragen zu den Auswirkungen der Solaranlage auf den Moorstandort (Wasserhaushalt, Biodiversität, Treibhausgasemissionen).

Diese Untersuchungen sollten idealerweise parallel zu ersten Umsetzungen erfolgen, denn Pilotanlagen und großtechnische Umsetzungen sind noch sehr selten. Zur Sammlung von entsprechenden Erfahrungen und als Anschauungsbeispiele sind diese Projekte jedoch unerlässlich. Eine wissenschaftliche Begleitung der Umsetzungsprojekte ist daher absolut empfehlens- und wünschenswert.

Entscheidend für die Akzeptanz von Moor-PV wird zudem sein, dass die im EEG geforderten Auflagen und Nachweispflichten auch für Solaranlagen außerhalb der EEG-Förderung gelten und umgesetzt werden. Die Kommunen stehen hier mit ihrer Bauleitplanung in der Pflicht und müssen entsprechende Regelungen im Bebauungsplan festschreiben.

Die aktuellen Planungs- und Genehmigungsverfahren dauerten bislang viel zu lange. Eine Beschleunigung durch entsprechende Unterstützung der Kommunen und Landratsämter ist daher sehr zu begrüßen. Auch eine Ausweisung von Vorranggebieten für natürlichen Klimaschutz, auf denen auch Moor-PVA möglich sind, in den Regionalplänen würde die komplexen Abläufe und Verfahren vereinfachen.

⁴² <https://www.biooekonomie-bw.de/fachbeitrag/aktuell/klimaschutzfaktor-moore-CO2-bindet-statt-freisetzen>