Vereinbarkeit einer Photovoltaik-Freiflächenanlage im Vorranggebiet der Torferhaltung auf einem niedersächsischen Standort in Elsfleth West

Gemeinde Elsfleth (Landkreis Wesermarsch)

Auftraggeber: Uniper Renewables GmbH
Holzstraße 6
40221 Düsseldorf

Auftragnehmer: INGENIEURBÜRO LINNEMANN
BODEN | WASSER | ABFALL | TIEFBAU | ERSCHLIESSUNG

Dr.-Munderloh-Str. 7, 27798 Hude-Wüsting
Tel. 04484 / 92002-0

www.buero-linnemann.de

Bearbeitung: Anni Winterberg (M. Sc.)
Anna Wilbers (M. Sc.)

Projektnummer: 3143-24

Hude-Wüsting, November 2024

INHALTSVERZEICHNIS

1 Aufgabenstellung 1
2 Fachlicher und Rechtlicher Hintergrund 1
3 Einzelfallprüfung Solarpark Elsfelth-West....3
3.1 Ausgangslage 3
3.2 Einordnung der bisherigen Torfzehrung 5
3.3 Betrachtung der Auswirkungen durch Bau, Betrieb und Rückbau der PV-FFA....8
3.3.1 Bau der Anlage 8
3.3.2 Betriebsphase 10
3.3.3 Rückbau....11
4 Fazit....11
5 Literaturverzeichnis 14

1 AUFGABENSTELLUNG

Vorranggebiete sind Gebiete, die in der Raumordnung als vorrangig für bestimmte wichtige Funktionen oder Nutzungen festgelegt wurden. In diesen Gebieten werden andere Nutzungen ausgeschlossen, sofern sie mit den vorgesehenen vorrangigen Funktionen oder Nutzungen nicht vereinbar sind (Raumordnungsgesetz § 7 Abs. 3 Satz 2).

Die Festlegung der Vorranggebiete Torferhaltung zielt darauf ab, eine nutzungsbedingte Torfzehrung so weit wie möglich zu minimieren und Planungen bzw. Maßnahmen dementsprechend durchzuführen. Dabei ist auf die Erhaltung der organischen Böden sowie den Schutz der Torfschichten vor Oxidation zu achten.

Eine konkurrierende Nutzung (z.B. durch Photovoltaikanlagen) wäre unzulässig, wenn der Erhalt des Torfkörpers dadurch erschwert oder verhindert werden würde. Es dürfen nur solche Nutzungen erfolgen, die mit dem Vorrang vereinbar sind und somit die raumordnerischen Ziele nicht beeinträchtigen.

Die hier vorgelegte gutachterliche Bewertung betrachtet, ob und unter welchen Bedingungen die Errichtung und der Betrieb von Photovoltaik-Freiflächenanlagen in Vorranggebieten für Torferhaltung zulässig sind. Dabei werden die potenziellen Auswirkungen beim Bau, Betrieb sowie Rückbau auf den Torfkörper herausgestellt.

2 FACHLICHER UND RECHTLICHER HINTERGRUND

In der Bund-Länder-Zielvereinbarung von 2021, mit der eine Minderung der jährlichen Treibhausgasemissionen aus Moorböden um fünf Millionen Tonnen CO_2-Äquivalente in Deutschland bis 2030 vereinbart wurde, ist festgelegt worden, dass Niedersachsen bis 2030 jährlich 1,65 Millionen Tonnen CO_2-Äquivalente (gegenüber 2020) durch emissionsmindernde Maßnahmen auf Moorböden einsparen soll (*Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, 2024*). Zur Umsetzung der umrissenen klimapolitischen Ziele kann die Wiedervernässung landwirtschaftlich genutzter und entwässerter Moorböden im Zuge der Errichtung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-FFA) eine Teillösung aufzeigen.

Mit dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) 2023 ist die Errichtung von PV-FFA auf entwässerten, landwirtschaftlich vorgenutzten Moorböden förderfähig (§ 37, Abs.1, Nr.

3e), wenn der Betrieb der Anlage mit einer dauerhaften Wiedervernässung einhergeht (§ 48, Abs. 1, Nr. 5e). Nach Festlegung der Bundesnetzagentur (2023) liegt eine Wiedervernässung vor, wenn Mindestwasserstände von 10 cm unter Flur im Winter und 30 cm unter Flur im Sommer erreicht werden. Moorboden ist nach § 3 Nummer 34a EEG jener Boden, der „mindestens 7,5% organischen Bodenkohlenstoffgehalt oder mindestens 15% organische Bodensubstanz in einer horizontalen oder schräg gestellten Bodenschicht von 10 cm Mächtigkeit innerhalb der oberen 40 cm des Profils“ enthält (GAP-Konditionalitäten-Verordnung § 11 Abs. 2).

Im Landes-Raumordnungsprogramm Niedersachsen ist festgeschrieben, die Torfkörper in Vorranggebieten der Torferhaltung als natürliche Kohlenstoffspeicher zu erhalten. Auch soll die Kohlenstoff-Bindungsfunktion in Vorranggebieten der Torferhaltung ausdrücklich unterstützt und durch nachhaltige und klimaschonende Nutzungen gefördert werden (*LROP, 2022*).

Im Zuge der Kooperation des Niedersächsischen Landkreistages und des Niedersächsischen Städte- und Gemeindebundes mit dem Niedersächsischen Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz sowie dem Niedersächsischen Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz (2022) wurden Hinweise und Empfehlungen zur Planung von PV-FFA aus der Perspektive der Raumordnung formuliert. Demzufolge ist die Errichtung von PV-FFA grundsätzlich mit den raumordnerischen Zielen vereinbar, sofern die Böden und insbesondere deren Stauschichten durch die Einbringung von PV-FFA nicht wesentlich beeinträchtigt werden. Gleichzeitig kann die Nutzung dieser Gebiete für PV-FFA mit Vorteilen für Klima und Naturschutz verbunden sein. Wenn PV-FFA auf entwässerten Böden entstehen, die zuvor landwirtschaftlich genutzt wurden, und durch den Entfall dieser Nutzung die Wasserstände angehoben werden können, können sich die CO_2-Emissionen dieser Böden reduzieren. Daher sollte innerhalb der Vorranggebiete für Torferhaltung eine PV-Nutzung mit einer Wiedervernässung einhergehen.

Der Landkreis Wesermarsch hat zudem im Rahmen eines regionalen Energiekonzepts zur Steuerung von PV-FFA (2022) unter anderem Gunstflächen 1. und 2. Ordnung benannt, die sich unter bestimmten Voraussetzungen potenziell für eine Errichtung von PV-FFA eignen. So sollen intakte Moorflächen nicht für PV-FFA genutzt werden, da diese Flächen erst entwässert werden müssten, was zur Zerstörung intakter Moorökosysteme führen würde. Innerhalb der Vorranggebiete Torferhaltung sollen daher nur entwässerte und (intensiv) landwirtschaftlich genutzte Flächen in Verbindung

mit einer Flächenaufwertung in Betracht gezogen werden. Dennoch ist zur Errichtung von PV-FFA in Vorranggebieten der Torferhaltung eine Einzelfallprüfung unter Einbeziehung der jeweiligen Projektausgestaltung notwendig.

3 EINZELFALLPRÜFUNG SOLARPARK ELSFELTH-WEST

3.1 Ausgangslage

Der Solarpark Elsfleth-West ist auf Flächen in der Gemeinde Elsfleth im Landkreis Wesermarsch geplant und in drei Teilgebiete aufgeteilt. Die gesamte Projektfläche des Teilgebietes 1 liegt im Vorranggebiet Torferhaltung (**Abb.2**) und soll daher im Folgenden näher betrachtet werden. Die Gebietsgröße des Teilgebietes 1 entspricht 184,4 ha. Die genaue Ausdehnung des Untersuchungsgebiets kann der **Abbildung 3** entnommen werden. Das Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (*LGNL, 2024*) weist für die tatsächliche Nutzung des Teilgebietes 1 landwirtschaftliches Grünland aus. Der Landkreis Wesermarsch hat das Teilgebiet 1 im Rahmen des Energiekonzeptes zur Steuerung von PV-FFA (2022) als Gunstfläche 2. Ordnung bewertet.

Dem Niedersächsischen Bodeninformationssystem (*NIBIS, 2021*) zufolge liegen im Teilbereich 1 Sphagnum-Torfe (Hochmoor) aus dem Holozän vor. In der Projektfläche wurden bereits zahlreiche bodenkundliche Bohrungen abgeteuft (*NIBIS, 2021*). Unter anderem wurden in diesem Jahr im Rahmen der Bewertung des Wiedervernässungspotentials 14 Bohrungen durch das Ingenieurbüro Linnemann durchgeführt.

Im Teilgebiet 1 konnte ein durchgehender Torfkörper mit Mächtigkeiten zwischen 1,80 m und 2,98 m kartiert werden (*Ingenieurbüro Linnemann, 2024*). Der vorliegende Boden erfüllt somit nachweislich die Voraussetzungen des §11 Abs. 2 der GAP-Konditionalitäten-Verordnung und ist als Moorboden zu klassifizieren.

Das Teilgebiet ist allgemein als Hochmoorstandort zu bewerten. Oberflächennah liegen meist Weißtorfe, darunter Schwarztorfe vor. An der Basis des Moorkörpers folgt vereinzelt ein geringmächtiges Niedermoor in Form von Schilf- und Birkenbruchtorf. Die obersten 20–40 cm des Moorbodens sind durchweg von Vererdungs- und Vermulmungsprozessen gekennzeichnet. Der Oberboden war zum Zeitpunkt der

Erkundungen (Sommer 2024) trocken und stark verdichtet. Unterhalb der Torfe wurde eine Muddeschicht kartiert, die standortabhängig nur sehr gering ausgeprägt ist. Die Mächtigkeit der Mudde variiert zwischen 2 cm und 30 cm. Der Grundwasserspiegel steht unterhalb des Torfkörpers gespannt an (*Ingenieurbüro Linnemann, 2024*).

Auf Grundlage der durchgeführten bodenkundlichen und hydrologischen Untersuchungen bietet das betrachtete Teilgebiet 1 gute naturräumliche Ausgangsbedingungen für eine Wiedervernässung. Unter Einbeziehung räumlicher Nutzungskonflikte wurde ein Maßnahmenkonzept zur Wasserstandsanhebung im Rahmen der Errichtung einer Photovoltaik-Freiflächenanlage erarbeitet (*Ingenieurbüro Linnemann, 2024*).

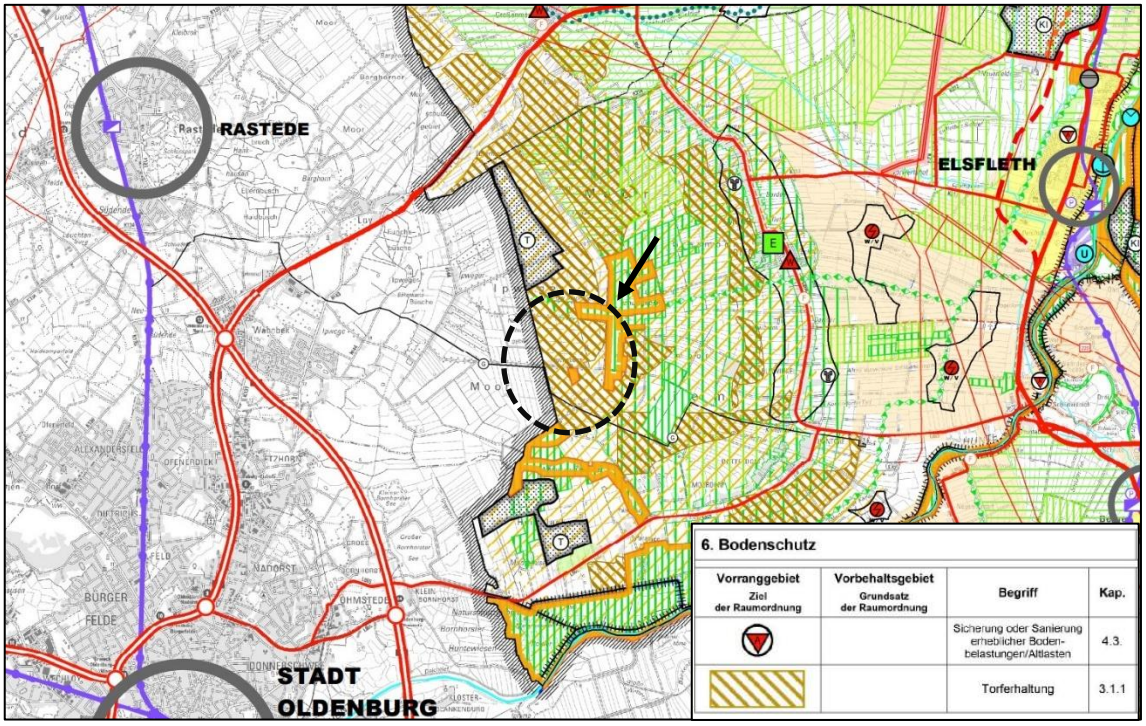


Abb. 2: Lage des Teilgebiets 1 des geplanten Solarparks Elsfleth West im Landkreis Wesermarsch, Niedersachen (Pfeil). Die Zielfläche liegt im Vorranggebiet für Torferhaltung (veränderter Kartenauszug aus dem Regionalen Raumordnungsprogramm des Landkreises Wesermarsch (RROP 2019), Maßstab 1:50.000).

Laut dem Bebauungsplan Nr. 63 (2023) sind Photovoltaik-Freiflächenanlagen mit einer installierten Leistung von ca. 223 MWp auf der Gesamtfläche geplant. Die baulichen Anlagen werden auf eine Höhe von 3,5 m begrenzt. Die Mindesthöhe für Photovoltaik-Module liegt bei 0,8 m (§ 9 (1) Nr. 1 BauGB i.V.m. § 16 (2) Nr. 4, (4) und (5) BauNVO). Zulässige Nebenanlagen (wie Trafos oder Kameramasten) sind von dieser Höhenbegrenzung ausgenommen. Zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von

Boden, Natur und Landschaft gemäß § 9 (1) Nr. 20 BauGB muss zwischen den Modulen ein Reihenabstand von mindestens 3,5 m eingehalten werden. Die Breite der Modultische darf 7 m nicht überschreiten. Für die Modulaufständerung sind die erforderlichen Stützen in den Untergrund zu rammen. Wege, Zufahrten und Wartungsflächen sind wasserdurchlässig zu gestalten und unbefestigt zu lassen. Die zulässige Grundflächenzahl gem. § 16 (2) Nr. 1 i.V.m. § 16 (5) und § 19 BauNVO beträgt 0,6 für die bodenüberdeckenden Teile von baulichen Anlagen. Die zulässige Grundflächenzahl für die bodenversiegelnden Teile von baulichen Anlagen beträgt 0,02.

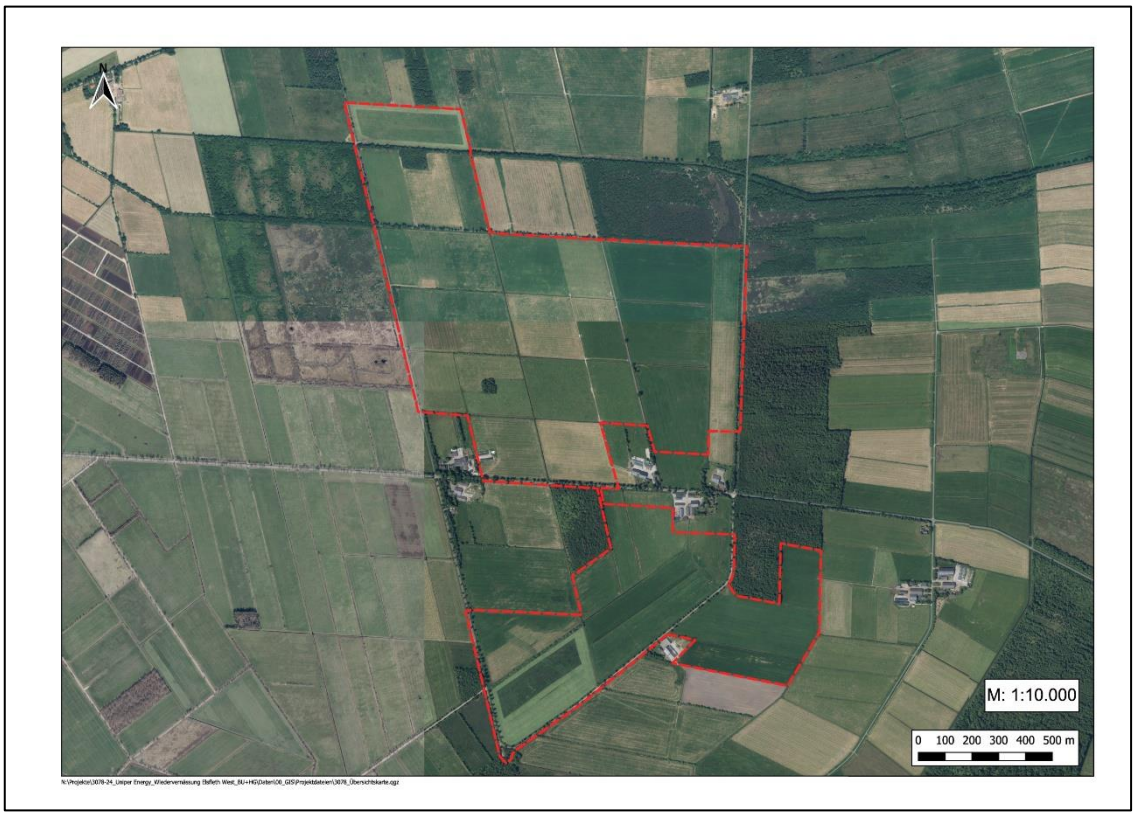


Abb. 3: Ausdehnung des Teilgebiets 1 des geplanten Solarparks Elsfleth West im Landkreis Wesermarsch, Niedersachen.

3.2 Einordnung der bisherigen Torfzehrung

Anhand der ermittelten Wasserstandsdaten innerhalb des Teilgebiets 1 (s. *Ingenieurbüro Linnemann, 2024*), lässt sich dieses nach Koska et al. (2021) und Couwenberg et al. (2008) der Wasserstufe 2+ zuordnen und ist als mäßig feuchter Standort zu bezeichnen (**Tabelle 1**).

Tabelle 1: Klassifizierung der Wasserstufen feuchtgeprägter Standorte in Abhängigkeit des Wasserstandes [in cm u. bzw. ü. Flur] (aus Greifswalder Moorstudie, 2019: verändert nach Koska et al. 2021 & Couwenberg et al. 2008).

Wasserstufe	Bezeichnung	Wasserstand Winter	Wasserstand Sommer
6+	unteres Eulitoral	+10 bis +150	0 bis +140
5+	nass (oberes Eulitoral)	-5 bis 10	-10 bis 0
4+	sehr feucht	-15 bis -5	-20 bis -10
3+	feucht	-35 bis -15	-45 bis -20
2+	mäßig feucht	-70 bis -35	-85 bis -45

Mithilfe des GEST-Ansatzes der Universität Greifswald (Treibhausgas-Emissions-Standort-Typen) können die Emissionen der Projektfläche näherungsweise ermittelt werden. Die Treibhausgas (THG)-Emissionen aus der betreffenden Moorfläche lassen sich auf 31,5 t CO_2-Äquivalente pro Hektar und Jahr schätzen (**Tabelle 2**). Für die Fläche des Teilgebietes 1 können so jährliche Emissionen von rund 5.808,6 t CO_2-Äquivalente angenommen werden.

Tabelle 2: Übersicht zu den Treibhausgas-Emissions-Standort-Typen (GESTs) mit den zugeordneten Wasserstufen und den daraus abgeleiteten Methan- und Kohlenstoffdioxid-Emissionen sowie dem Treibhauspotentialen (GWP) (Auszug aus Greifswalder Moorstudie, 2019: Couwenberg et al. in Vorb.).

GEST	GEST-Name	Wasser-stufe	CH_4 [t CO_2-Äq ha^{-1} a^{-1}]	CO_2 [t CO_2 ha^{-1} a^{-1}]	GWP [t CO_2-Äq ha^{-1} a^{-1}]
G1	Mäßig feuchtes Moorgrünland	2+/2-	0	31,5	31,5
G2	Feuchtes Moorgrünland	2+/3+	0	19,5	19,5
G3	Feuchtes bis sehr feuchtes Moorgrünland	3+/4+	0	13,5	13,5
G3f	Flutrasen	3~	0	13,5	13,5
G4	Sehr feuchtes Moorgrünland	4+	0,5	6,5	7

Die THG-Emissionen der Landnutzung korrelieren stark mit den Wasserständen der Standorte sowie der Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung. Durch Entwässerung und Absenken der Wasserstände werden die Torfe der Oxidation preisgegeben. Dabei werden u.a. THG-Emissionen freigesetzt. Mittlere jährliche Wasserstände von 10 bis 0 cm unter Flur weisen die geringsten THG-Emissionen auf (**Abb. 4**).

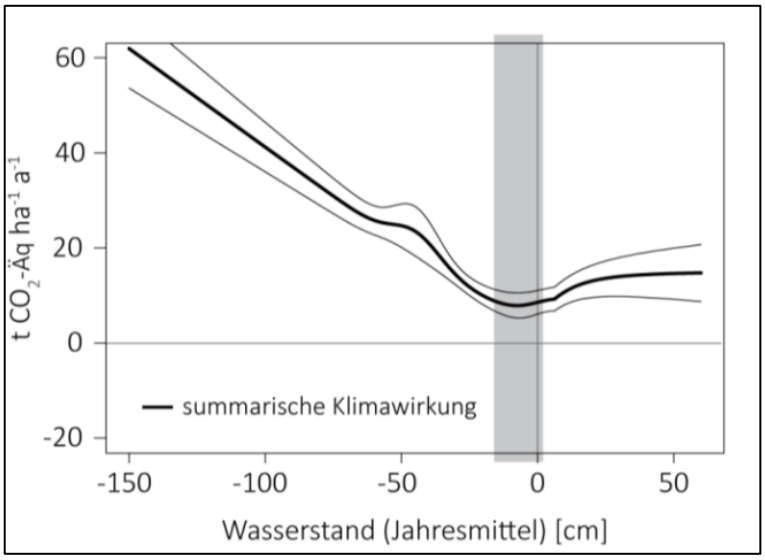


Abb. 4: Treibhausgasemissionen als summarische Klimawirkung (Netto-Treibhausgasbilanz) von Mooren in Abhängigkeit vom mittleren jährlichen Wasserstand. Diese Grafik fasst CO_2, CH_4 und N_2O Emissionen in CO_2-Äquivalente zusammen. Dabei treten CO_2-Emissionen vorrangig bei Wasserständen unter Flur auf, CH_4-Emissionen bei Überstau und N_2O-Emissionen bei Düngung oder Beweidung. Der graue Bereich kennzeichnet torferhaltende Wasserstände (aus Greifswalder Moorstudie, 2019: Jurasinski et al. 2016).

Neben der Oxidation tragen zwei weitere Prozesse zur Volumenverringerung der Torfe bei: Sackung und Schrumpfung. Die Sackung entsteht durch die Entwässerung der Torfe mit ihrem hohen Porenvolumen, wodurch die Auftriebskräfte der Torfe reduziert werden. Der Umfang der Sackung hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie der Moormächtigkeit, der Torfart, dem Zersetzungsgrad und insbesondere der Entwässerungstiefe. Der größte Anteil der Sackung findet in den ersten ein bis zwei Jahren nach der Entwässerung statt, wobei eine weitere Entwässerung zu geringeren Sackungsraten führt.

Die Schrumpfung resultiert aus der Zerstörung der physikalischen Struktur der Torfmoose durch mechanische Belastung und Trockenheit. Beide Prozesse tragen wesentlich zur Volumenreduktion bei und sind durch Wiedervernässung nur teilweise reversibel. Eine Volumenzunahme kann durch ein Aufquellen der Torfe erfolgen, wobei die Kohlenstoffverluste und die mechanische Zerstörung der Zellstrukturen irreversibel

bleiben (*Geofakten 38: Treibhausgasemissionen der Moore und weiterer kohlenstoffreicher Böden in Niedersachsen, 2022*).

Es ist anzunehmen, dass durch die jahrzehntelange landwirtschaftliche Nutzung und Entwässerung der Flächen sowohl eine Torfzehrung als auch eine Volumenverringerung der Torfe stattgefunden hat und somit eine starke Vorbelastung des Moorkörpers vorliegt.

3.3 Betrachtung der Auswirkungen durch Bau, Betrieb und Rückbau der PV-FFA

Aufgrund der verdichtungsempfindlichen Moorböden im Untersuchungsgebiet sollte für den Bau, Betrieb und Rückbau der PV-FFA durchgehend eine gute fachliche Praxis im Umgang mit dem Boden angewendet und Bodenschutzmaßnahmen nach der Arbeitshilfe der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (2023) eingehalten werden.

3.3.1 Bau der Anlage

Dem Bebauungsplan Nr. 63 zufolge beträgt die zulässige Grundflächenzahl für die bodenversiegelnden Teile der baulichen Anlagen 0,02. Dies entspricht einem Versiegelungsgrad von 2 % der Fläche. Das hier betrachtete Teilgebiet 1 umfasst ca. 184 ha. Folglich lässt sich eine Versiegelungsfläche von maximal 3,68 ha für das Projektgebiet ableiten.

Da der vorhandene Torfboden innerhalb der Zielfläche einen wenig tragfähigen Untergrund für Bauvorhaben darstellt, kann im Bereich der angesetzten Versiegelungsflächen ein Bodenaustausch nötig sein. Ein klassisches Bodenaustauschverfahren ist vor dem Hintergrund des Mehraufwandes durch die beschriebenen Torfmächtigkeiten von bis zu 3 m und dem raumordnerischen Ziel der Torferhaltung in diesem Zusammenhang nicht praktikabel. Daher sollte an dieser Stelle maximal ein Teilbodenaustausch, idealerweise in Verbindung mit der Verwendung von Geotextilien, angesetzt werden. Auch mit Hinblick auf den Rückbau nach der Anlagenbetriebszeit sollte überall da, wo fremdes (Boden-)Material eingebracht wird, ausreichend reißfestes Geotextil mit einem Überstand von mindestens einem halben Meter verwendet werden.

Da zum Zeitpunkt der gutachterlichen Beauftragung noch keine Detailplanung zum Ausbau der genehmigten baulichen Anlagen vorlag, wird an dieser Stelle auf die

Angaben zu Erdarbeiten der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) zurückgegriffen. Diese gibt für den Abtrag von Oberboden eine maximale Eingriffstiefe von 50 cm an. So ergibt sich ein zu entnehmendes Torfvolumen von 18.400 m^3 im Bereich der Versiegelungsflächen. Dieser Anteil kann durch alternative Bauverfahren reduziert werden. Durch das Rammen der Gestelle und die Gestaltung wasserdurchlässiger Wege, wie es im Bebauungsplan vorgesehen ist, kann die Versiegelungsfläche reduziert werden. Auch beim Bau der Trafostationen kann auf Betonfundamente verzichtet werden, um Versiegelung zu vermeiden.

Der Bodenaushub sollte nach Möglichkeit vor Ort wieder eingebaut werden. Ob es Verwendung innerhalb des Plangebiets gibt, kann erst nach abgeschlossener Bebauungsplanung festgestellt werden. Andernfalls ist der Bodenaushub einer Verwertung im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes zuzuführen. Hier sollte der Kontakt mit Betrieben gesucht werden, die Erfahrungen in der Verarbeitung bzw. Verwertung von Torf haben.

Zur Ermittlung der Verlustpfade kann an dieser Stelle angenommen werden, dass ausgehobener Torf auf lange Sicht oxidiert. Für den Fall, dass dieser der gärtnerischen Nutzung zugeführt wird, können exemplarische Oxidationsraten zwischen 5% (*Cleary et al., 2005*) und 1,758% (*National Inventory Report Sweden, 2021*) angesetzt werden.

Die Errichtung der PV-FFA ist auf aufgeständerten Modultischen vorgesehen. Mittels Pfahlgründung werden die Modultische im mineralischen Untergrund befestigt. Dieses Verfahren ist als minimalinvasiv zu bewerten, da die Pfähle in den Untergrund gerammt werden und kein Moorboden entnommen werden muss. Das Durchstoßen des Torfkörpers und der abdichtenden Muddeschicht unterhalb der Torfe im Zuge der Pfahlgründung wird in Hinsicht auf die hydrologischen Eigenschaften des Torfkörpers als vernachlässigbar bewertet. Die Quellfähigkeit der Torfe kann an dieser Stelle zu einer natürlichen, vertikalen Abdichtung beitragen. Problematiken, die sich bei der Entfernung der Gründungspfähle ergeben, werden im Kapitel Rückbau beleuchtet.

Für die Aufständerung werden aus Gründen des Korrosionsschutzes meistens Trägergestelle aus verzinktem Stahl, Aluminium oder Holz verwendet, sodass kritische Zinkeinträge in den Boden nicht auszuschließen sind (*Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz, 2023*). Um dem vorzubeugen, kann an dieser Stelle auf Alternativen, wie z. B. einer Epoxidharzbeschichtung zurückgegriffen werden.

Sofern die Verkabelung der Module unterirdisch erfolgt, ist auch hier mit einem Bodenaushub zu rechnen. Es wird empfohlen, die Kabel im Bereich von Wegen und befahrenen Flächen mindestens 80 cm tief zu verlegen (*Solar4Hamburg GmbH – Fachunternehmen für Solartechnik / PV-Anlagen, o.J.*). Die Verlegung der Kabel wird im Bereich der Module und der Schnittstellen mit den Wechselrichtern erfolgen und erstreckt sich folglich über die gesamte Fläche des geplanten Solarparks der Teilfläche 1. Unter Beachtung der guten fachlichen Praxis der Bodenschutzmaßnahmen, welche im Auftrag der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (2023) erarbeitet wurde, ist das Bodenmaterial nach Verlegung der Kabel wieder entsprechend der ursprünglichen Horizontierung und Schichtung einzubringen. Daher ist auf lange Sicht an dieser Stelle keine zusätzliche Oxidation der betreffenden Torfe anzunehmen. Bei der Verlegung als Erdkabel besteht der Vorteil, dass im Zuge der Bauarbeiten bestehende Drainagen zerstört werden. Dies kann sich positiv auf die Bestrebungen auswirken, mehr Wasser in der Fläche zu halten.

Die geplante Mindesthöhe der Modultische von 0,8 m und der Reihenabstand von 3,5 m stellt sicher, dass genügend Licht auf den Boden unterhalb der Module fällt und sich eine flächendeckende und torfschützende Vegetation ausbilden kann.

Ausgehend von den sommerlichen Wasserständen innerhalb der Zielfläche ist eine Wasserhaltung für die Durchführung der hier beschriebenen Baumaßnahmen voraussichtlich nicht notwendig. Sollten die Witterungsbedingungen jedoch eine Wasserhaltung erforderlich machen, ist diese Maßnahme weitestgehend auf die Wasserhaltung in den Kabelschächten beschränkt und entfällt im Rahmen des Bauvorhabens auf einen kurzen Zeitraum. In diesem Zusammenhang ist daher mit keiner beschleunigten Torfzehrung zu rechnen.

3.3.2 Betriebsphase

Die Module sollten nur mit Regen- oder Moorwasser gereinigt werden. Das Wasser sollte so abgeleitet werden, dass keine Gefahr der Bodenerosion besteht (*KNE, 2024*). Die Pflege und eine eventuell anfallende Mahd sind mit angepassten Maschinen durchzuführen. Dabei sind Bodenverdichtungen zu vermeiden. Aufgrund der Reihenabstände der Module ist die Bewirtschaftung nur mit kleineren Maschinen möglich. Diese weisen einen geringeren Bodendruck als die derzeitig verkehrenden, landwirtschaftlichen Maschinen auf. Daher ist an dieser Stelle keine zusätzliche Beeinträchtigung des Moorbodens zu erwarten.

3.3.3 Rückbau

Bisher wird davon ausgegangen, dass Photovoltaik-Freiflächenanlagen eine Nutzungsdauer von 30 Jahren haben. Zunächst wird aufgrund der Pachtverträge angenommen, dass die Anlagen abschließend vollständig rückgebaut werden und der Ausgangszustand wiederhergestellt wird. Davon ausgenommen können eine parallel erfolgte Wiedervernässung (Moorbodenstandort) und sonstige naturschutzfachliche Aufwertungen sein (*Bund-Länder Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz, 2023*).

Der Rückbau wird in umgekehrter Abfolge zum Aufbau durchgeführt. Bei dem Rückbau der PV-FFA werden die Kabelschächte geöffnet, um die Erdkabel zu entnehmen und anschließend wieder verschlossen. Hier besteht unter Beachtung eines guten Bodenschutzkonzeptes keine Annahme zur erhöhten Torfzehrung.

Die Pfähle zur Gründung der PV-FFA können rückstandslos gezogen werden. Da beim Gründen der Pfähle die stauende Muddeschicht im Liegenden durchstoßen wird, besteht nach Entfernung der Pfähle die Möglichkeit, dass durch die Perforation der abdichtenden Schicht der Torfkörper in seinen hydrologischen Eigenschaften nachhaltig beschädigt ist. Es ist nicht abzusehen, inwiefern der gespannte Grundwasserspiegel unterhalb des Torfkörpers ausreicht, um einen vertikalen Wasserabfluss zu verhindern. Alternative Gründungsverfahren sind zum Zeitpunkt der gutachterlichen Betrachtung technisch nicht erprobt und können daher nicht empfohlen werden.

4 FAZIT

Die Flächen im Vorranggebiet Torferhaltung, auf denen die PV-FFA errichtet werden soll, sind bereits durch die landwirtschaftliche Nutzung und der damit einhergehenden Entwässerung stark vorbelastet. Diese Vorbelastung hat zu einer kontinuierlichen Torfzehrung und zu daraus resultierenden CO_2-Emissionen geführt.

Während des Anlagenbetriebs ist im Vergleich zu der aktuellen landwirtschaftlichen Nutzung aufgrund der ausbleibenden Düngung mit weniger Nährstoffeintrag zu rechnen. Da erhöhte Nährstoffgehalte im Boden (engeres C/N-Verhältnis) die Torfzersetzung beschleunigen, ist der Anlagenbetrieb verglichen mit der aktuellen Nutzung als positiv für den Torferhalt zu bewerten.

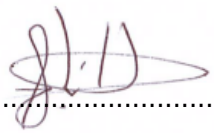
Dennoch werden die Bauphasen der Errichtung und des Rückbaus der PV-FFA den Moorboden voraussichtlich durch Befahrung, Wegebau und Versiegelung oberflächig stark beeinträchtigen. Daher sollten die Bauphasen in jedem Fall durch eine Bodenkundliche Baubegleitung fachlich begleitet werden. Die Erarbeitung und Einhaltung eines angepassten Bodenschutzkonzeptes ist wesentlich für die erfolgreiche Umsetzung der bodenschonenden Bauplanung. Dabei ist die Bodenkundliche Baubegleitung rechtzeitig in die Planung und Ausschreibung der Bauarbeiten einzubeziehen und das Bodenschutzkonzept mit allen Baubeteiligten abzustimmen. Die ausführenden Baufirmen sind schon vor Baubeginn in die bodenschutzfachlichen Belange und den schonenden Umgang mit Boden einzuweisen.

Als problematisch ist der Rückbau der Anlage und das Ziehen der Gründungspfähle zu betrachten. Durch die Perforation des Untergrundes und der stauenden Schichten kann eine Verbindung zwischen dem Moorwasser und dem unterhalb des Torfkörpers gespannt anstehendem Grundwasser entstehen. Einerseits kann das ansteigende Grundwasser somit zu einem Nährstoffeintrag in die nährstoffarmen Hochmoorschichten bedeuten. Andererseits besteht die Gefahr, dass bei sinkendem Grundwasserspiegel auch das Moorwasser vertikal versickern kann. Es ist möglich, dass die im Untersuchungsgebiet flächendeckend vorliegenden Schwarztorfschichten sich nach dem Entfernen der Pfähle zeitnah verschließen und somit die Funktion als stauende Schicht wieder übernehmen. Jedoch liegen zum Zeitpunkt der gutachterlichen Betrachtung keine Erfahrungswerte zu dem Rückbau von PV-FFA auf Moorstandorten vor, die fundierte Aussagen erlauben.

Eine Wasserstandsanhebung innerhalb der Zielfläche könnte die dargelegten Eingriffe in den Torfkörper ausgleichen. Die aktuelle Torfzehrung könnte so reduziert und eine Flächenaufwertung im Sinne des LROP (2022) erwirkt werden. Eine Anhebung der Wasserstände nach dem erarbeiteten Maßnahmenkonzept (*Ingenieurbüro Linnemann, 2024)* könnte die jährlichen Emissionen der Zielfläche auf näherungsweise 13,5 t CO_2-Äquivalente pro Hektar und Jahr reduzieren (vgl. **Tabelle 2**). So läge die jährliche Emission der Zielfläche bei rund 2.489,5 t CO_2-Äquivalenten. Damit könnte eine jährliche Emissionsminderung von ca. 3.319,1 t CO_2-Äquivalenten im Teilgebiet 1 erzielt werden. Der Betrieb einer PV-FFA mit der Umsetzung einer Wasserstandsanhebung kann so zu einer Verminderung der Torfzehrung im Vergleich zu der jetzigen Nutzung führen.

Der Bau von Solaranlagen einhergehend mit einer Wiedervernässung ist in Deutschland bis auf einzelne Pilotprojekte (*s. Wattmanufacturen GmbH & Co. KG, o.J.*) wenig erprobt, sodass eine langfristige Überwachung der Auswirkungen sowohl auf die Anlagen als auch auf den Moorboden notwendig ist. Auch ist durch ein regelmäßiges Monitoring der Torfwasserstände zu überprüfen, ob die gewünschten Wasserstände mithilfe der durchgeführten Maßnahmen erreicht werden. Wenn nötig, sind weitere Maßnahmen zu ergreifen.

Hude-Wüsting, 15.11.2024



.....

i. A. Anna Wilbers (M. Sc.)

.....

i. A. Anni Winterberg (M. Sc.)

5 LITERATURVERZEICHNIS

Bundesnetzagentur (2023): Festlegung Az. 4.08.01.01/1#4: *Anforderungen für besondere Solaranlagen auf Grünland und auf entwässerten Moorböden*, Abschn.3c).

Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO): Berab. durch R. Miller, Dr. M. Peter, Dr. F. Molder (2023): *Arbeitshilfe „Bodenschutz bei Standortauswahl, Bau, Betrieb und Rückbau von Freiflächenanlagen für Photovoltaik und Solarthermie*“, 108 S.

Cleary, J., Roulet, N. & Moore, T. (2005): *Greenhouse Gas Emissions from Canadian Peat Extraction, 1990-2000*: A Life-cycle Analysis. Royal Swedish Academy of Sciences 2005, Ambio Vol. 34, No. 6

Diekmann, Mosebach & Partner (2023): *Vorentwurf Bebauungsplan Nr.63 „Solarpark Elsfleth- West*“ mit örtlichen Bauvorschriften, Teilbereich 1, Östlich Gellener Damm der Stadt Elsfleth, Landkreis Wesermarsch.

Ingenieurbüro Linnemann (2024): *Errichtung und Betrieb von Photovoltaik-Anlagen auf einem Moorstandort in Elsfleth-West: Machbarkeitsstudie zur Wiedervernässung,* 160 S.

Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende (KNE) (2024): *Naturverträgliche Gestaltung von Solarparks- Maßnahmen und Hinweise zur Gestaltung*, 12 S.

Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) (2022): *Geofakten 38- Treibhausgasemissionen der Moore und weiterer kohlenstoffreicher Böden in Niedersachsen*, 23 S.

Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGNL) (2024): *ALKIS- Landnutzung*, GeoBasis-DE/LGLN

Landes-Raumordnungsprogramm Niedersachsen (LROP) (2022): *Elemente und Funktionen des landesweiten Freiraumverbundes, Bodenschutz*, Abs. 3.1.1 Ziffer 07.

Landkreis Wesermarsch (2022): *Regionales Energiekonzept zur Steuerung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen*.

Landkreis Wesermarsch (2022): *Regionales Energiekonzept Photovoltaik- Darstellung der Ausschluss-, Restriktions- und Gunstflächen*.

Landkreis Wesermarsch (2020). *Regionales Raumordnungsprogramm 2019*- Zeichnerische Darstellung.

National Inventory Report Sweden (2021): https://unfccc.int/documents/271847 – Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol

NIBIS® Kartenserver (2021): *Geologische Karte mit Eisrandlagen 1:50.000*. - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

NIBIS® Kartenserver (2021): *Bodenkundliche Bohrungen*. - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

Niedersächsischer Landkreistag, Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz & Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2023): *Hinweise für einen naturverträglichen Ausbau von Freiflächen-Photovoltaikanlagen*, aus Inform. d. Naturschutz Nieders. 42 Jg. Nr. 4 S. 236-258.

Niedersächsischer Landkreistag, Niedersächsischer Städte- und Gemeindebund in Koop. mit Niedersächsisches Ministerien für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz & Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz (2022): *Arbeitshilfe für die Planung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen in Niedersachsen- Hinweise und Empfehlungen aus der Perspektive der Raumordnung*, S. 25f.

Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2024): *Niedersachsen verstärkt Klimaschutz in Mooren*, https://www.ml.niedersachsen.de/presse/pressemitteilungen/niedersachsen-verstarkt-klimaschutz-in-mooren-232725.html#:~:text=In%20Umsetzung%20der%20Bund%2DL%C3%A4nder,%2D%C3%84quivalente%20(gegen%C3%BCber%202020)%20durch, 05.11.2024

Reichelt, F. & Lechtape, C. (2019) *Greifswalder Moorstudie - Abschlussbericht Emissionsbilanzierung und Handlungsempfehlungen für die Moorflächen im Greifswalder Stadtgebiet*. Greifswald Moor Centrum-Schriftenreihe 01/2019 (Selbstverlag, ISSN 2627-910X), 36 S.

Solar4Hamburg GmbH – Fachunternehmen für Solartechnik / PV-Anlagen (o. J.): *Solarkabel gemäß VDE-Vorschrift richtig verlegen*, https://solar4hamburg.de/solarkabel-gemaess-vde-vorschrift-richtig-verlegen/, 15.11.2024

Wattmanufactur GmbH & Co. KG (o.J.): *Moor-PV Lottorf*, https://wattmanufactur.de/moor-pv.html, 05.11.2024.