



PROGRAMM „OW4“ - OSTWIND 4

EMVU-Gutachten #2 nach 26. BImSchVVwV (DC-Landkabel-Trasse GER)

50Hertz Transmission GmbH

Berichtsnummer: 10492897_OW4_ONS_EMF004 Rev. 4

Dokument-Nummer: 10492897_OW4_ONS_EMF004

Datum: 16.12.2025



Projektname: Programm „OW4“ - Ostwind 4
 Berichtstitel: EMVU-Gutachten #2 nach 26. BImSchVVwV (DC-Landkabel-Trasse GER)
 Kunde: 50Hertz Transmission GmbH, Heidestraße 2, 10557 Berlin
 Kontaktperson: Dr.-Ing. UNGER, Clemens / LANDGRAF, Tamara
 Datum: 16.12.2025
 Projektnr.: 10492897
 Org.-Einheit: Asset Management Germany
 Berichtsnr.: 10492897_OW4_ONS_EMF004, Rev. 4
 Dokument-Nr.: 10492897_OW4_ONS_EMF004
 Anwendbare(r) Vertrag/Verträge für die Bereitstellung dieses Berichts:
 Abruf „Project engineering cables“ 0048186000 / Rahmenvertrag „Gutachterleistung EMF“ 4610002824

DNV Energy Systems
 Germany GmbH
 Asset Management
 Maternistraße 15
 01067 Dresden
 Deutschland

Ziel: Bewertung der DC-Landkabel-Trasse für das Programm „OW4“ in Deutschland gemäß 26. BImSchVVwV

Erstellt von:



Gunnar GROSS
 Principal Engineer
 Power Cables Germany

Geprüft durch:



Sirko BÖHME
 Senior Engineer
 BDM HVI & TAS, Asset M. Germany

freigegeben durch:



Karsten TREPTE
 Team Lead
 Power Systems Planning Germany

Copyright © DNV 2025. Alle Rechte vorbehalten. Sofern nicht anders schriftlich vereinbart: (i) Diese Publikation oder Teile davon dürfen nicht in irgendeiner Form oder mit irgendwelchen Mitteln, weder digital noch anderweitig, kopiert, reproduziert oder übertragen werden; (ii) Der Inhalt dieser Publikation ist vom Kunden vertraulich zu behandeln; (iii) kein Dritter darf sich auf ihren Inhalt verlassen; und (iv) DNV übernimmt keine Sorgfaltspflicht gegenüber Dritten. Ein Verweis auf einen Teil dieser Publikation, der zu Fehlinterpretationen führen kann, ist untersagt.

DNV-Verteiler:

- OFFEN. Unbeschränkte Verteilung, intern und extern
 ausschließlich INTERNE Verwendung. Internes DNV-Dokument
 VERTRAULICH. Beschränkte /unbeschränkte Verteilung innerhalb von DNV und Vertragsparteien, wie erforderlich
 STRENG VERTRAULICH. Nur autorisierter Zugriff.

*Verteiler

Schlüsselworte:

26. BImSchV, 26. BImSchVVwV, EMC, EMF, EMVU, DC-Landkabel Trasse

Referenznr	Datum	Grund der Ausstellung	Erstellt von	Geprüft durch	freigegeben durch
0	2025-06-05	First issue	GROSS	RIEGER	GRÜNEBERGER
1	2025-07-15	Second edition	GROSS	BÖHME	GRÜNEBERGER
2	2025-11-12	Anpassung Kapitel 1 und GEOS-Quelle	GROSS	BÖHME	TREPTE
3	2025-11-25	Anpassung Kapitel 3	GROSS	BÖHME	TREPTE
4	2025-12-16	Anpassung Kapitel 1 und Verzeichnisse	GROSS	BÖHME	TREPTE

Inhaltsverzeichnis

1	VORHABEN UND GENEHMIGUNGSANTRAG – ÜBERBLICK GESAMTPROJEKT	1
2	ZUSAMMENFASSUNG.....	5
3	ERKLÄRUNG ZU DEN BEGRIFFEN AUS DER 26. BIMSCHV UND DEN ZUGEHÖRIGEN DOKUMENTEN FÜR GLEICHSTROMANLAGEN.....	8
3.1	26. BImSchV	8
3.2	LAI-Hinweise und Handlungsempfehlungen	8
3.3	26. BImSchVVwV	9
3.4	Besonderheiten und Unterschiede in den Dokumenten	9
4	EINLEITUNG.....	10
5	BEWERTUNG GEMÄSS 26. BIMSCHVVWV	11
6	ERMITTLUNG DER MINIMIERUNGSMABNAHMEN	13
7	BEWERTUNG DER MÖGLICHEN MINIMIERUNGSMABNAHMEN	14
8	ERGEBNISSE.....	16
	LITERATURVERZEICHNIS	17
	ANLAGENVERZEICHNIS UND FARBLEGENDE	18

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1	Schematische Übersicht des Gesamtprojekts Ostwind 4 (Quelle: 50Hertz).....	2
Abbildung 1-2	Überblick Genehmigungsabschnitte Ostwind 4.....	4
Abbildung 5-1	Beispiel aus Anhang II zu Ziffer 3.2.2.1 der AVV.....	11
Abbildung 5-2	Teilansicht der OW4-525-kV-DC-Landkabel-Trasse im Bereich von MMO 001.....	12



Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1	Genehmigungsabschnitte und -behörden	3
Tabelle-6-1	Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen laut AVV	13
Tabelle-7-1	Bewertung der Minimierungsmaßnahmen laut AVV	14

Abkürzungsverzeichnis

50Hertz	50Hertz Transmission GmbH, Berlin	
AC	Alternating Current (Wechselstrom)	
AVV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift (26. BImSchVVwV) Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder	
AWZ	Ausschließliche Wirtschaftszone	
BBergG	Bundesberggesetz	
BEI	Bornholm Energy Island (Interkonnektor)	
BImSch	BImSch BImSchG 26. BImSchV 26. BImSchVVwV	Bundesimmissionsschutz, in Zusammensetzungen, mit z. B. Bundesimmissionsschutz-Gesetz, 26. Bundes-Immissionsschutzverordnung, Verordnung über elektromagnetische Felder sowie Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV (26. BImSchVVwV)
BNetzA	Bundesnetzagentur	
BP	Bezugspunkt nach 26. BImSchVVwV	
BSH	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie	
Cu	Kupfer	
DA	Außendurchmesser von Rohren (siehe: DN)	
DC	Direct Current (Gleichstrom)	
DMR	Dedicated metallic return (Kabel als dedizierter metallischer Rückleiter)	
DN	Nenndurchmesser von Rohren (meist als Außendurchmesser definiert)	
DNV	Det Norske Veritas	
EM	elektrisch und magnetisch, in begrifflicher Zusammensetzung, jedoch nicht in direkter physikalischer Wechselwirkung.	
EMF	elektrische und magnetische Felder	
EMVU	elektrische und magnetische Verträglichkeits-Untersuchung basierend auf der 26. BImSchV und der zugehörigen AVV	
EOK	Erdoberkante	
FEP	Flächenentwicklungsplan für die deutsche Nord- und Ostsee	

GIS	Geoinformationssystem
GOK	Geländeoberkante
HDD	Horizontal Directional Drilling (Horizontalspülbohrverfahren)
HGÜ	Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung
HVDC	High-Voltage Direct Current (siehe: HGÜ)
KM	Küstenmeer
LAI	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz und deren Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder
LWL	Lichtwellenleiter
MIO	maßgeblicher Immissionsort nach 26. BImSchV
MMO	maßgeblicher Minimierungsort nach 26. BImSchVVwV
M-V	Mecklenburg-Vorpommern
NEP	Netzentwicklungsplan
OW3	Ostwind 3 (Windpark-Anbindung)
OW4	Ostwind 4 (Windpark-Anbindung)
OWP	Offshore-Windpark
RBP	repräsentativer Bezugspunkt nach 26. BImSchVVwV
RQ	Regelquerschnitt
TA	Trassenabschnitt
TK	Trassenkilometer
ÜNB	Übertragungsnetzbetreiber
UW	Umspannwerk
WM M-V	Ministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Tourismus und Arbeit Mecklenburg-Vorpommern

1 VORHABEN UND GENEHMIGUNGSANTRAG – ÜBERBLICK GESAMTPROJEKT

Das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) hat im Flächenentwicklungsplan 2023 für die deutsche Nord- und Ostsee (FEP 2023) in der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) der Ostsee nordöstlich von Rügen die Fläche O-2.2 für einen Offshore-Windpark (OWP) ausgewiesen.

Für die Übertragung der in dem OWP erzeugten elektrischen Energie ist es notwendig, eine Netzanbindung zwischen dem OWP auf See und dem Übertragungsnetz des zuständigen Netzbetreibers an Land zu realisieren. Das geplante DC-Netzanbindungssystem OST-2-4 wurde erstmalig im Netzentwicklungsplan (NEP) 2035 (2022) aufgeführt. Im März 2024 erfolgte die Bestätigung des Vorhabens im NEP 2037/2045.

Das Netzanbindungssystem wird auch als Vorhaben „Ostwind 4“ bezeichnet. Verantwortlich für die Errichtung und den Betrieb des Netzanbindungssystems und Antragstellerin ist die 50Hertz Transmission GmbH (50Hertz) als zuständige Übertragungsnetzbetreiberin (ÜNB).

Das Vorhaben Ostwind 4 ist das vierte Offshore-Projekt zum Netzananschluss der Windparkflächen nordöstlich von Rügen. Es hat eine Gesamtlänge von rund 113 km und verläuft seeseitig überwiegend parallel zu den vorhandenen Seekabelsystemen Ostwind 1, Ostwind 2 und Ostwind 3.

Das Netzanbindungssystem Ostwind 4 besteht aus folgenden Hauptkomponenten:

- einer Konverterplattform mit Namen **Wittow** am OWP,
- dem Gleichstrom-Kabelsystem **OST-2-4** mit einer Nennspannung von 525 kV, welches zwischen der Konverterplattform und dem Konverter in Stilow verlaufen wird, davon
 - 31 km in der AWZ,
 - 78 km im Küstenmeer und
 - 4,3 km an Land
- der Erweiterung des Umspannwerks in Stilow inkl. einer Konverteranlage.

Die Anbindung an das bestehende Übertragungsnetz erfolgt mittels der bereits bestehenden Freileitungsanbindung.

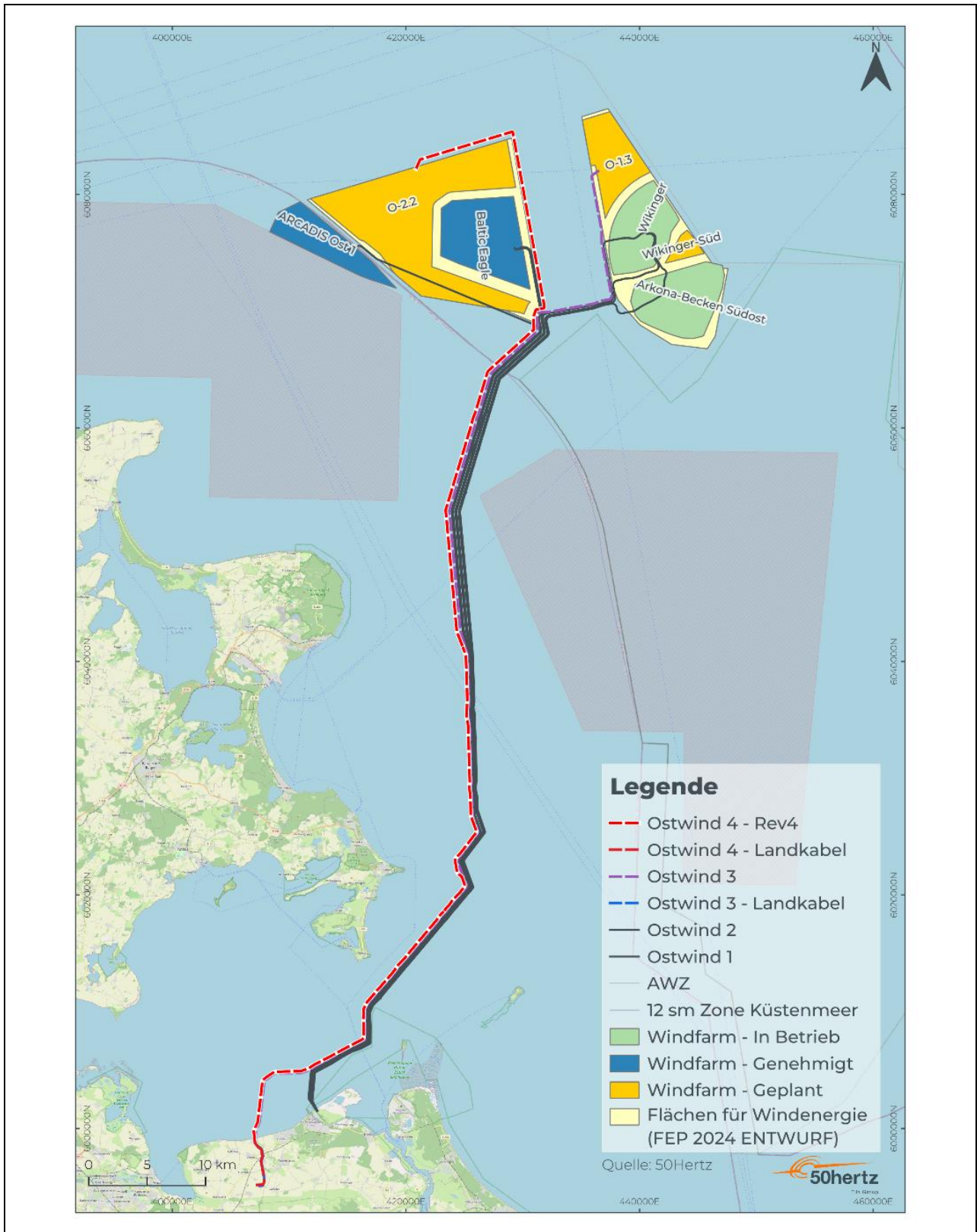


Abbildung 1-1 Schematische Übersicht des Gesamtprojekts Ostwind 4 (Quelle: 50Hertz)

Bau und Betrieb des Netzanbindungssystems wird durch Planfeststellung zugelassen. Das Vorhaben wird in drei Abschnitten zugelassen, für die jeweils eigene Planfeststellungsverfahren durchgeführt werden:

- Land: Landkabelanlage (Schutzrohre bereits mehrheitlich vorhanden) mit UW-Erweiterung inkl. Konverter,
- Küstenmeer: Seekabel inkl. Anlandung,
- AWZ: Seekabel inkl. Konverterplattform.

Die Abschnitte sind in Tabelle 1-1 und Abbildung 1-2 dargestellt.

Tabelle 1-1 Genehmigungsabschnitte und -behörden

Genehmigungsabschnitt	Genehmigungsbehörde	Antragstellung
Land: <ul style="list-style-type: none"> • ca. 4,3 km Landkabel • UW-Erweiterung inkl. Konverter 	Ministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Tourismus und Arbeit Mecklenburg-Vorpommern (WM M-V)	Q1 2026
Küstenmeer (KM): <ul style="list-style-type: none"> • ca. 78 km Seekabel • Anlandungsbauwerk 	WM M-V	Q4 2025
Ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ): <ul style="list-style-type: none"> • Konverterplattform • ca. 31 km Seekabel 	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)	17.01.2025

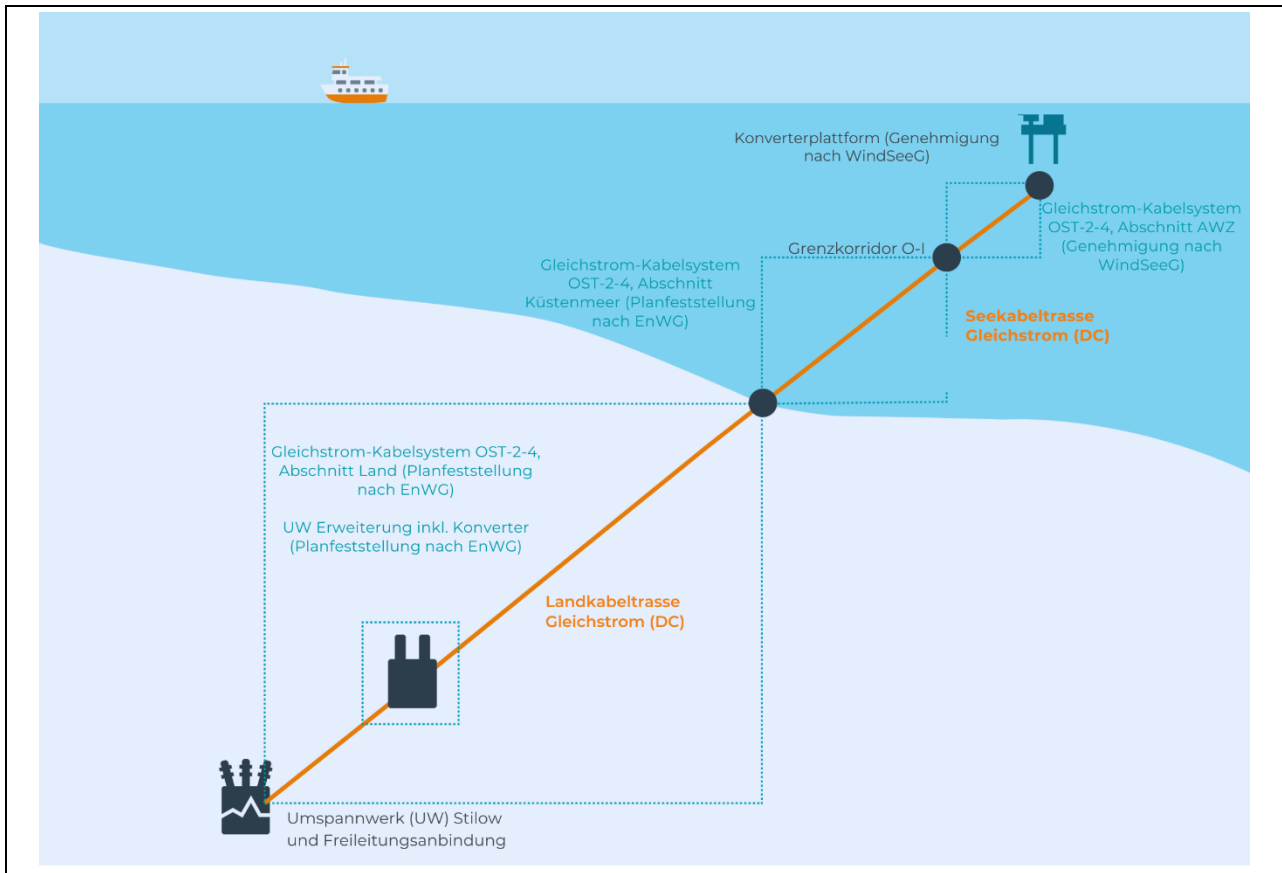


Abbildung 1-2 Überblick Genehmigungsabschnitte Ostwind 4

Gemäß dem BMW-Controlling, in das diese Netzanbindung aufgenommen worden ist, muss die Netzanbindung im Mai 2031 betriebsbereit sein. Der Terminplan sieht vor, dass die Planfeststellungsverfahren bzw. Plangenehmigungsverfahren bis Ende 2026 / Anfang 2027 abgeschlossen sind. Die bauliche Realisierung ist für 2027 bis 2030 geplant. Die Inbetriebnahme ist für 2031 vorgesehen.

Die vorliegende Unterlage „EMVU-Gutachten #2 nach 26. BImSchVVwV (DC-Landkabel-Trasse GER)“ bezieht sich auf den Genehmigungsabschnitt Land.

2 ZUSAMMENFASSUNG

Projekthintergrund

Das als „Ostwind 4“ (OW4) bezeichnete Programm umfasst die Offshore-Netzanbindung Ostwind 4 (OST-2-4) zwischen der zugehörigen Offshore-Plattform in der deutschen Ostsee und dem Netz des deutschen Übertragungsnetzbetreibers (ÜNB) 50Hertz Transmission GmbH (50Hertz) im östlichen Mecklenburg-Vorpommern in Norddeutschland.

Basisansatz des Programms OW4 ist die Verbindung weiterer Offshore-Windpark-Flächen nordöstlich der deutschen Insel Rügen mit dem 50Hertz-Übertragungsnetz in Norddeutschland. Die DC-Verbindung ist als Plattformkabel-, Seekabel- und als Landkabel-System geplant.

Die OW4-Netzanbindung zwischen den Offshore-Windpark-Flächen und Norddeutschland wird als Bipol mit dediziertem metallischen Rückleiter (DMR) I in Form einer Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) mit einer DC-Nennspannung von +/-525 kV und einer Gesamtwirkleistung von 2 GW bzw. 2000 MW betrieben. Dazu wird eine Konverter-Plattform auf See und eine Konverter-Station (Stilow) in der Nähe der deutschen Gemeinde Brünzow, Gemarkung Stilow (südwestlich von Lubmin) errichtet. Die AC-Netzanbindung erfolgt im angeschlossenen AC-Umspannwerk (UW).

Das gebündelte DC-Seekabel-System, bestehend aus 2 Polkabeln (Plus-525-kV-Pol und Minus-525-kV-Pol) und einem DMR sowie weiteren LWL-Begleitkabeln zur Datenübertragung, wird im Bereich der Gemeinde Brünzow, Gemarkung Vierow (westlich von Lubmin) anlanden (Anlandepunkt Vierow) und von dort als DC-Landkabel-System in räumlich getrennter Verlegung der Einzelkabel in südlicher Richtung bis zum Konverter-Standort Stilow geführt. Auf der Offshore-Konverter-Plattform werden die Kabel, wie an Land, räumlich getrennt voneinander verlegt. Die Verlegung der Einzelkabel erfolgt dabei in Schutzrohren.

Im OW4-Konverter Stilow erfolgt die Umwandlung des DC-Gleichstroms in AC-Drehstrom. Über eine AC-380-kV-Freileitungs-Einschleifung wird der Offshore-Windstrom in das deutsche Übertragungsnetz der 50Hertz eingespeist.

Zum Genehmigungsabschnitt „Land“ gehört die ca. 4,3 km lange DC-Landkabel-Trasse zwischen dem Anlandepunkt Vierow und dem Konverter am Standort Stilow. Das Genehmigungsverfahren erfolgt als Planfeststellung im Bundesland Mecklenburg-Vorpommern.

Auf Grund bestehender und geplanter Parallelprojekte wird das OW4-DC-Landkabel-System zwischen der Anlandung Vierow und dem Konverter-Standort Stilow in direkter räumlicher Nähe zur AC-220-kV-Windparkanbindung „Ostwind 3“ (OW3) sowie zum DC-525-kV-Interkonnektor „Bornholm Energy Island“ (BEI) verlegt. Diese beiden Systeme stellen die elektrische und magnetische Vorbelastung für die DC-525-kV-Windparkanbindung OW4 dar.

Zugrunde liegende Dokumente

Folgende technische Unterlagen wurden durch 50Hertz beigestellt und als Basis für die Betrachtungen verwendet:

- [1] DENYS: Lageplan OW3, Dokument „OW3-DEN-IN-CNN-AP-000073_05“, Detailed cable route plan, 2024-08-02,
- [2] GEOS: Lageplan BEI und OW4, Dokument „PL_383_00_EP_Lageplan_BI_01-04“, Lageplan Landtrasse BEI und OW4, Anlage 1.1, 2024-12-12,
- [3] GEOS: Lageplan BEI, Dokument „PL_382_00_EP_Lageplan_BI_01-08“, Lageplan Landtrasse BEI, Anlage 2.1, 2024-12-12,

- [4] GEOS: Lageplan und Details Anlandung BEI und OW4, Dokument „PL_057_02_MT_Lageplan_250829“, Lageplan Anlandung mittels Microtunnel, 2025-08-29 sowie Dokument „PL_060_00_MT_Details_250709“, Details zur Anlandung mittels Microtunnel,
- [5] HELLENIC CABLES: Datenblatt OW3-Landkabel, Dokument „OW3-HEL-IN-CDO-TR-000002_05“, 220kV Land cable design report, 2023-09-28,
- [6] NKT: Datenblatt BEI-Landkabel, Dokument „1AA0664887_Rev.D“, Design report - App18 - 3000 mm² HVDC onshore cables, 2024-11-07,
- [7] NKT: Datenblatt BEI-Seekabel, Dokument „1AA0686670_Rev.G“, Datasheet 3000 mm² HVDC offshore cables, 2025-05-09,
- [8] NKT: Datenblatt OW4-Landkabel, Dokument „1AA0664887_Rev.D“, Design report - App18 - 3000 mm² HVDC onshore cables, 2024-11-07,
- [9] NKT: Datenblatt OW4-Seekabel, Dokument „1AA0686670_Rev.G“, Datasheet 3000 mm² HVDC offshore cables, 2025-05-09.

Allgemeines

Das OW4-DC-Landkabel-System wird zwischen dem Anlandepunkt Vierow und dem Konverter-Standort Stilow neu errichtet. Aus diesem Grund ist die DC-Landkabel-Trasse für den geplanten und zu genehmigenden Ausbauzustand immissionsschutzrechtlich zu betrachten. Der Konverter-Standort und das UW Stilow werden separat betrachtet und in einem parallelen EMVU-Gutachten analysiert und dokumentiert.

Gemäß den Vorgaben des Bundes-Immissionsschutzgesetzes sind die Auswirkungen auf Umwelt, Natur und Mensch auf verträgliche Maße zu beschränken. Für den Betrieb von Kabelanlagen in der Energieversorgung ist vor allem die 26. Bundes-Immissionsschutz-Verordnung (26. BImSchV) [10] und die zugehörigen Durchführungshinweise nach LAI (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz) [11] zu beachten („EMVU-Gutachten #1 nach 26. BImSchV und LAI (DC-Landkabel-Trasse GER“).

Gegenstand der Untersuchung

Gemäß 26. BImSchV § 4 Absatz 2 [10] sind bei Errichtung und wesentlicher Änderung von Gleichstromanlagen die Möglichkeiten auszuschöpfen, die von der jeweiligen Anlage ausgehenden elektrischen und magnetischen Felder nach dem Stand der Technik, unter Berücksichtigung von Gegebenheiten im Einwirkungsbereich, zu minimieren. Die näheren Anforderungen sind in der allgemeinen Verwaltungsvorschrift 26. BImSchVVwV (AVV) [12] geregelt.

Basierend auf dem für das „EMVU-Gutachten #1 nach 26. BImSchV und LAI“ erstellten Feldberechnungs-Modell der entsprechenden Regelquerschnitte (RQ) wurde im Einwirkungsbereich nach AVV

1 maßgeblicher Minimierungsort (MMO) identifiziert.

Im vorliegenden Fall wurden dazu ein **Einwirkungsbereich von 20 m** und ein **Bewertungsabstand von 5 m** querab zum äußeren Kabel untersucht. Dieser Bereich wurde gemeinsam mit dem Anlagenplan maßstäblich in die relevanten Luftaufnahmen eingetragen (siehe Anlage „Atlas-Dokument“). Da im zugehörigen Einwirkungsbereich ein MMO identifiziert wurde, ist eine Minimierung nach AVV erforderlich.

Die Vorprüfung wurde mit folgendem Ergebnis abgeschlossen:

Prüfung auf mögliche Minimierungsmaßnahmen erforderlich.

Gemäß 26. BImSchV unter Berücksichtigung der 26. BImSchVVwV bzw. der AVV wurde

1 MMO identifiziert,

somit ist eine

Prüfung auf Minimierungsmaßnahmen notwendig.

Die Prüfung ergab

1 repräsentativen Bezugspunkt (RBP).

Eine mögliche Minimierung durch

Optimierung der Polanordnung

und

Optimierung der Verlegetiefe

wurde geprüft und kann umgesetzt werden.

Die Bewertung der OW4-525-kV-DC-Landkabel-Trasse nach 26. BImSchV unter Berücksichtigung der AVV schließt mit dem Ergebnis:

Anlage „OW4-525-kV-DC-Landkabel-Trasse“ ist wie geplant umsetzbar.

3 ERKLÄRUNG ZU DEN BEGRIFFEN AUS DER 26. BIMSCHV UND DEN ZUGEHÖRIGEN DOKUMENTEN FÜR GLEICHSTROMANLAGEN

3.1 26. BImSchV

Die 26. BImSchV ist die verbindliche Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) [13]. Die aktuelle Fassung wurde durch die Bundesregierung am 14. August 2013 bekanntgemacht.

In § 3a ist beschrieben, dass Gleichstromanlagen so zu errichten und zu betreiben sind, dass sie in ihrem **Einwirkungsbereich** an Orten, die zum dauerhaften oder vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung die genannten Grenzwerte für magnetische Flussdichte nicht überschreiten sowie Wirkungen wie Funkenentladungen (auch zwischen Personen und leitfähigen Objekten, die zu erheblichen Belästigungen oder Schäden führen können) vermieden werden. Eine Konkretisierung des Abstandes zu aktiven Teilen oder Anlagengrenzen für die Nachweisführung der Grenzwerteinhalten erfolgt in den LAI-Hinweisen und Handlungsempfehlungen.

Messgeräte, Messverfahren sowie Berechnungsverfahren zur Ermittlung der elektrischen und magnetischen Felder (Feldstärken und Flussdichten) müssen nach § 5 dem Stand der Technik entsprechen und sollen, soweit anwendbar, mit der **DIN EN 50413 konform** sein. Messungen sind danach an den **maßgeblichen Einwirkungsorten nach 26. BImSchV mit der jeweils stärksten Exposition** durchzuführen. Ist durch Berechnungen die Einhaltung der Grenzwerte nachweisbar, so sind Messungen nicht erforderlich.

Hinweis: Die Betrachtungen und Ausführungen zur 26. BImSchV werden separat in einem parallelen EMVU-Gutachten dokumentiert.

3.2 LAI-Hinweise und Handlungsempfehlungen

Aufbauend auf die 26. BImSchV hat die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) [11] diverse Hinweise und Handlungsempfehlungen zur Durchführung der 26. BImSchV erarbeitet und veröffentlicht. Diese werden kontinuierlich geprüft, ergänzt und aktualisiert und sind gemeinsam mit der Verordnung und der Verwaltungsvorschrift anzuwenden, um einen bundeseinheitlichen Vollzug abzusichern.

Die in den aktuellen LAI-Hinweisen enthaltenen Abstände konkretisieren die Bereiche innerhalb der Einwirkungsbereiche, die für die Beurteilung der Einhaltung der Grenzwerte der 26. BImSchV zu betrachten sind. Für Gleichstromanlagen formuliert die LAI den Einwirkungsbereich und die maßgeblichen Immissionsorte (Kapitel II.3a.2) in folgender Weise:

Bezüglich des **Einwirkungsbereiches nach LAI** einer Gleichstromanlage konnte bisher keine allgemeingültige Aussage getroffen werden. Es wird daher vorsorglich die Einhaltung der Grenzwerte entlang der gesamten DC-Landkabel-Trasse sowie an allen Anlagengrenzen angestrebt. Darüber hinaus beträgt der Einwirkungsbereich bei DC-Erdkabeln 1,0 m im Radius um das Kabel.

Maßgebliche Immissionsorte (MIO) nach LAI sind Orte, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind und sich im Einwirkungsbereich einer Anlage befinden.

3.3 26. BImSchVVwV

Wie in der 26. BImSchV § 4 angekündigt, sind bei Errichtung und wesentlicher Änderung von Gleichstromanlagen die Möglichkeiten zu prüfen, durch welche die von der jeweiligen Anlage ausgehenden EM-Felder im Einwirkungsbereich minimiert werden können. Dies regelt die allgemeine Verwaltungsvorschrift 26. BImSchVVwV (AVV).

Im Gegensatz zu den oben beschriebenen maßgeblichen Einwirkungsorten nach 26. BImSchV bzw. den maßgeblichen Immissionsorten (MIO) nach LAI fokussiert die AVV auf Grund des Minimierungsansatzes (Minimierungsgebot) auf sogenannte **maßgebliche Minimierungsorte (MMO)** innerhalb des Einwirkungsbereiches. Bei der Lage der MMO wird unterschieden, ob diese innerhalb oder außerhalb des Bewertungsabstandes liegen und als **Bezugspunkte (BP)** bzw. **repräsentative Bezugspunkte (RBP)** betrachtet werden müssen. Details sind der 26. BImSchVVwV zu entnehmen.

3.4 Besonderheiten und Unterschiede in den Dokumenten

Der **Einwirkungsbereich** wird als Begriff sowohl in der 26. BImSchV, den Hinweisen nach LAI als auch in der AVV benutzt.

Darüber hinaus beschreibt und definiert die AVV außerdem den Begriff des **Bewertungsabstandes**. Dies ist der Abstand von der Anlage, ab dem die EM-Felder mit zunehmender Entfernung durchgehend abnehmen.

4 EINLEITUNG

Gegenstand dieses Gutachtens ist die Bewertung des geplanten und zu genehmigenden Ausbauzustand des OW4-DC-Landkabel-Systems, welches zwischen dem Anlandepunkt Vierow und dem Konverter-Standort Stilow neu errichtet wird.

Die am 14. August 2013 novellierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (26. BImSchV) [10] legt in § 4 Absatz 2 fest, dass bei Errichtung und wesentlicher Änderung von Gleichstromanlagen die Möglichkeiten auszuschöpfen sind, die von der jeweiligen Anlage ausgehenden elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Felder nach dem Stand der Technik, unter Berücksichtigung von Gegebenheiten im Einwirkungsbereich, zu minimieren. Die Vorgehensweise klärt die AVV bzw. die 26. BImSchVVwV [12].

Basierend darauf wird über die folgenden drei Schritte bewertet:

1. **Vorprüfung:**
Feststellung maßgeblicher Minimierungsorte im Einwirkungsbereich.
2. **Minimierungsmaßnahmen:**
Prüfen des Minimierungspotenzials hinsichtlich individueller oder repräsentativer Minimierungsorte.
Untersuchen der technischen Minimierungsmöglichkeiten.
3. **Maßnahmenbewertung:**
Prüfung der Verhältnismäßigkeit unter Berücksichtigung der Gegebenheiten.

Diese Stellungnahme nimmt Bezug auf das „EMVU-Gutachten #1 nach 26. BImSchV und LAI (DC-Landkabel-Trasse GER)“ (Berichtsnummer „10492897_OW4_ONS_EMF003“). Alle Angaben zu den Parametern des OW4-525-kV-DC-Landkabel-Systems, den Berechnungen der magnetischen Flussdichten sowie der allgemeinen Auswertung sind diesem „EMVU-Gutachten #1“ zu entnehmen.

5 BEWERTUNG GEMÄSS 26. BIMSCHVVVV

Für DC-Erdkabel größer/gleich 500 kV sind nach AVV folgende Abstände querab zum äußeren Kabel eines Erdkabel-Systems definiert:

- Bewertungsabstand 5,00 m,
- Einwirkungsbereich 20,00 m.

In dem vom Einwirkungsbereich gebildeten Streifen werden Orte identifiziert, die zum dauerhaften oder zum vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, und entsprechend den Hinweisen der LAI [11] als maßgebliche Immissionsorte bzw. MIO bezeichnet werden.

Diese Orte werden in der AVV maßgebliche Minimierungsorte bzw. MMO genannt. MMO, die außerhalb des Bewertungsabstandes liegen, können zu Gruppen zusammengefasst und durch repräsentative Bezugspunkte bzw. RBP auf dem Bewertungsabstand abgebildet werden, so wie dies z. B. in der AVV, Anhang II zu Ziffer 3.2.2.1 und hier in Abbildung 5-1 als Beispiel dargestellt ist. MMO innerhalb des Bewertungsabstandes werden einer Einzelfallprüfung unterzogen.

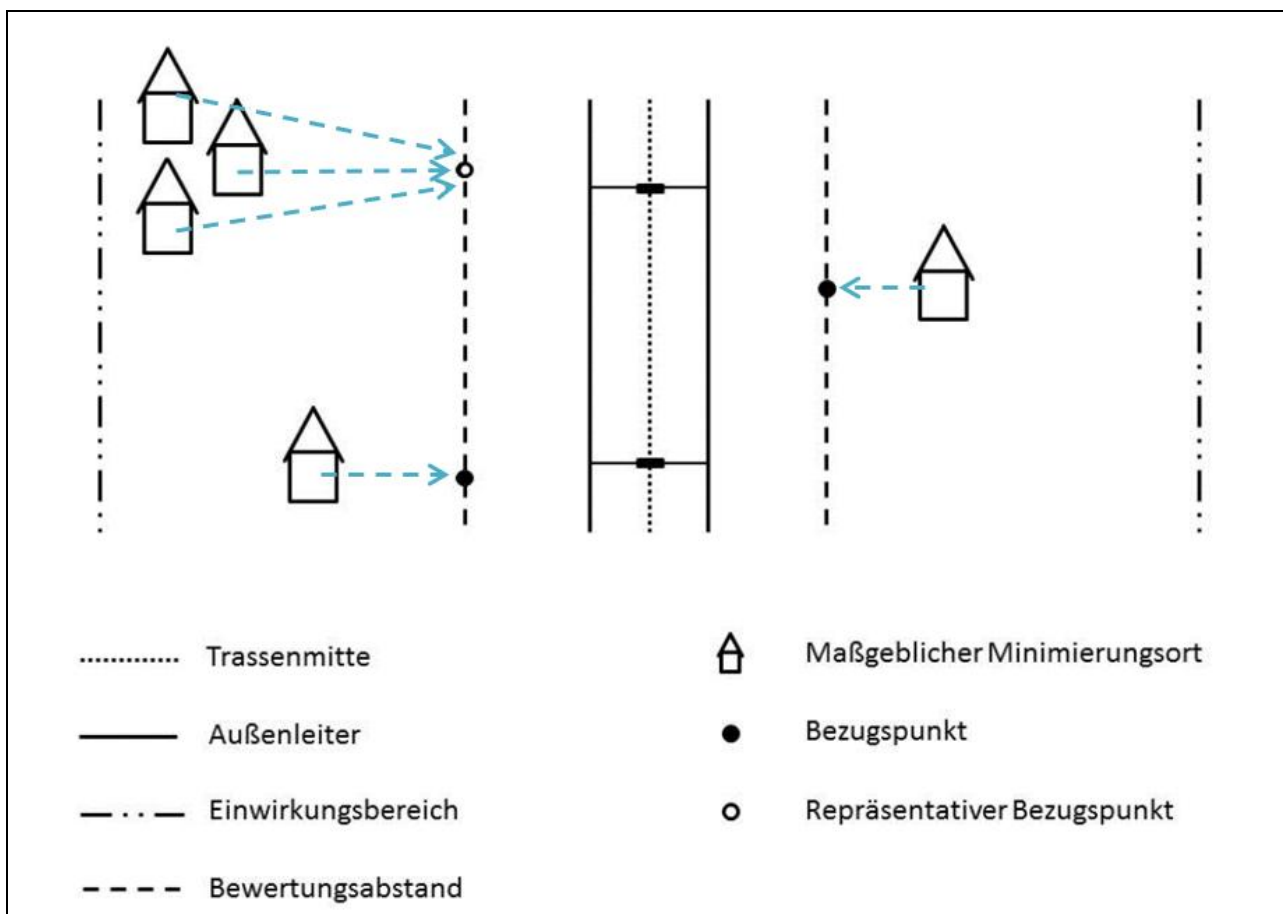


Abbildung 5-1 Beispiel aus Anhang II zu Ziffer 3.2.2.1 der AVV

Es wird festgestellt, dass im Einwirkungsbereich der OW4-525-kV-DC-Landkabel-Trasse

1 maßgeblicher Minimierungsort bzw. MMO

liegt.

In Abbildung 5-2 sind als Übersicht der Anlagenbereich, der Bewertungsabstand nach AVV und der Einwirkungsbereich nach AVV dargestellt.

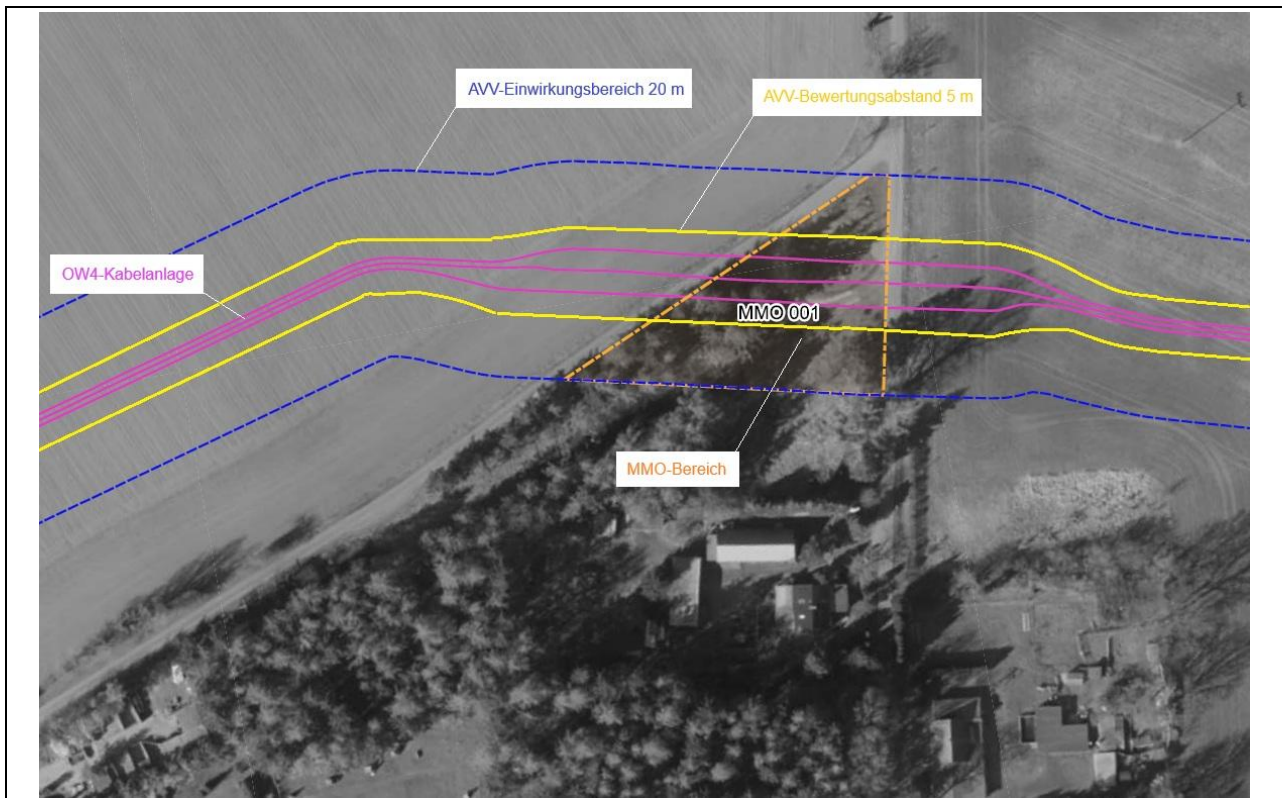


Abbildung 5-2 Teilansicht der OW4-525-kV-DC-Landkabel-Trasse im Bereich von MMO 001

Die Visualisierung erfolgt auf Basis von GIS-Methoden mit Hilfe des Programmes QGIS®. Die QGIS-Daten liegen elektronisch vor.

Die Vorprüfung der OW4-525-kV-DC-Landkabel-Trasse ergab, dass innerhalb des AVV-Einwirkungsbereichs von 20,00 m querab zum äußeren Kabel

1 MMO existiert.

Der ermittelte MMO beinhaltet u. a. eine Bushaltestelle, sowie Garten-Areale der lokalen Wohnbebauung.

6 ERMITTLUNG DER MINIMIERUNGSMABNAHMEN

Gemäß der Vorgaben der AVV werden nachfolgend technische Möglichkeiten zur Minimierung betrachtet. Diese sind Kapitel 5 der AVV entnehmbar und in der nachfolgenden Tabelle aufgelistet.

Tabelle-6-1 Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen laut AVV

HGÜ-Erdkabel (gemäß 5.1.2, AVV)	
Minimieren der Kabelabstände (gemäß 5.1.2.1, AVV)	„Die Kabel werden mit möglichst geringem Abstand zueinander verlegt; hierzu gehört auch die Minimierung der Kabelabstände innerhalb eines Stromkreises und zu anderen Stromkreisen.“
Optimieren der Polanordnung (gemäß 5.1.2.2, AVV)	„Bei einer vorgegebenen geometrischen Leiteranordnung wird die Anschlussreihenfolge der positiven und negativen Pole an die Erdkabel so gewählt, dass sich die von den Kabeln ausgehenden magnetischen Felder bestmöglich kompensieren.“
Optimieren der Verlegetiefe (gemäß 5.1.2.3, AVV)	„Die Erdkabel werden tief im Boden verlegt.“

Hinweis: Die Verringerung von Kabelabständen kann zu einer Erwärmung im Boden führen. Außerdem verschlechtert sich bei größerer Verlegetiefe die Wärmeabfuhr mit möglichen Konsequenzen für Kabel und Boden [12].

7 BEWERTUNG DER MÖGLICHEN MINIMIERUNGSMABNAHMEN

Aufgrund der verschiedenen Möglichkeiten in der technischen Umsetzung werden die Maßnahmen aus Tabelle-6-1 im Nachfolgenden bewertet.

Die Bewertung der Verhältnismäßigkeit der Minimierungsmaßnahmen erfolgt unter Abwägung der:

- Wirksamkeit der Maßnahme,
- Auswirkung der Maßnahme auf Gesamtimmission an MMO,
- Immissionsreduzierung an MMO,
- Investitions- und Betriebskosten der Maßnahme sowie
- der Auswirkung auf Wartung und Verfügbarkeit der Anlage.

Tabelle-7-1 Bewertung der Minimierungsmaßnahmen laut AVV

Maßnahme zur Minimierung	Bewertung der Maßnahme	
Minimieren der Kabelabstände (gemäß 5.1.2.1, AVV)		
Möglichst geringe Abstände zwischen einzelnen Kabeln	<p>Im Bereich des MMO 001 sind je ein Wasserrohr aus Beton und Asbest sowie ein PE-Schutzrohr für Telekom-Kabel und sechs Mittelspannungskabel verlegt und zu kreuzen. Aus diesem Grund wurde planungstechnisch die geschlossene Verlegung mittels HDD-Bohrung erwogen.</p> <p>Aufgrund des erforderlichen HDD-Bohrverfahrens sind generell technische Mindestabstände zwischen den einzelnen Bohrungen einzuhalten. Dieser Abstand beträgt planungstechnisch 5,00 m und wurde im Bereich des MMO 001 auf eine zusätzliche Optimierung geprüft. Dabei wurde im Zuge der Planung neben der Kompensation der magnetischen Felder auch die Verbesserung der Wärmeabführung (Verringerung der gegenseitigen Kabelerwärmung) berücksichtigt. Durch das erforderliche HDD-Bohrverfahren kann der Abstand technisch nicht verkleinert werden.</p> <p>Bedingt durch die geschlossene Verlegung mittels HDD (aufgrund der tieferen Verlegung) im Vergleich zur offenen Verlegung reduzieren sich trotz der größeren Kabelabstände untereinander die magnetischen Felder bzw. Flussdichten an der EOK bzw. darüber (HDD gemäß Regelquerschnitt (RQ) „Geschlossene Bauweise / HDD2“ in [2] Sektion E in TA 1 bei SP010 mit Kabelabständen von 5,00 m: ca. 61 µT an der EOK // offene Verlegung gemäß RQ „Offene Bauweise“ in [2] Sektion A in TA 1 mit Kabelabständen von 1,25 m : ca. 221 µT).</p> <p>Minimierungsmaßnahme abgelehnt.</p>	x

Maßnahme zur Minimierung	Bewertung der Maßnahme	
Optimieren der Polanordnung (gemäß 5.1.2.2, AVV)		
<p>Optimierte geometrische Anordnung der Plus- und Minus-Pole sowie des DMR innerhalb eines DC-Kabel-Systems sowie in Wechselwirkung zum benachbarten DC-Kabel-System</p>	<p>Die Anordnung der Pole wird hauptsächlich durch die Position der Kabelendverschlüsse im jeweiligen Konverter-Areal definiert, um lokale Polwechsel entlang der Kabel-Trasse durch Über- bzw. Unterkreuzungen zu vermeiden.</p> <p>Dabei wurde darauf geachtet, dass vor allem die Wechselwirkungen zum benachbarten DC-Landkabel-System minimiert werden, indem die äußeren Leiter bzw. Polkabel der benachbarten Systeme jeweils eine gegensätzliche Polarität aufweisen.</p> <p>Minimierungsmaßnahme akzeptiert.</p>	✓
Optimieren der Verlegetiefe (gemäß 5.1.2.3, AVV)		
<p>Tiefere Verlegung der Kabel</p>	<p>Im Bereich des MMO 001 sind je ein Wasserrohr aus Beton und Asbest sowie ein PE-Schutzrohr für Telekom-Kabel und sechs Mittelspannungskabel verlegt und zu kreuzen. Aus diesem Grund wurde planungstechnisch die geschlossene Verlegung mittels HDD-Bohrung erwogen.</p> <p>Bedingt durch die tiefere Verlegung mittels HDD im Vergleich zur offenen Verlegung mit geringer Erdüberdeckung reduzieren sich (trotz der größeren Kabelabstände bei HDD) die magnetischen Felder bzw. Flussdichten an der EOK bzw. darüber (HDD gemäß Regelquerschnitt (RQ) „Geschlossene Bauweise / HDD2“ in [2] Sektion E in TA 1 bei SP010 mit Verlegetiefe von bis zu 6,50 m: ca. 61 µT an der EOK // offene Verlegung gemäß RQ „Offene Bauweise“ in [2] Sektion A in TA 1 mit Erdüberdeckung von etwa 1,40 m: ca. 221 µT).</p> <p>Minimierungsmaßnahme akzeptiert.</p>	✓

Zusammenfassend ist zur **Bewertung der Minimierungsmaßnahmen** festzustellen, dass eine **Optimieren der Polanordnung** (gemäß 5.1.2.2, AVV) sowie eine **Optimieren der Verlegetiefe** (gemäß 5.1.2.3, AVV) durch das neue Anlagenlayout umgesetzt werden konnte. Eine weitere **Minimierung der Kabelabstände** (gemäß 5.1.2.1, AVV) ist auf Grund des erforderlichen HDD-Bohrverfahrens technisch nicht umsetzbar.

8 ERGEBNISSE

Abschließend erfolgt eine Zusammenfassung der Prüfung und der zu treffenden Maßnahmen inklusive einer abschließenden gutachterlichen Einschätzung.

Die **Vorprüfung** der Ortslage (der OW4-525-kV-DC-Landkabel-Trasse) ergab

1 MMO innerhalb des AVV-Einwirkungsbereiches.

Die Vorprüfung schließt mit dem Ergebnis:

Prüfung auf Minimierungsmaßnahmen erforderlich.

Die **Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen** ergab die Möglichkeiten:

- **Minimieren der Kabelabstände,**
- **Optimieren der Polanordnung,**
- **Optimieren der Verlegetiefe**

gemäß 5.1.2 der AVV.

Die abschließende **Bewertung der Minimierungsmaßnahmen** schließt mit dem Ergebnis:

Minimierung kann durch:

- **Optimieren der Polanordnung,**
- **Optimieren der Verlegetiefe**

erfolgen.

Die Bewertung der OW4-525-kV-DC-Landkabel-Trasse nach 26. BImSchV unter Berücksichtigung der AVV schließt mit dem Ergebnis:

Anlage „OW4-525-kV-DC-Landkabel-Trasse“ ist wie geplant umsetzbar.

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] DENYS, *Lageplan OW3 (OW3-DEN-IN-CNN-AP-000073_05) Detailed cable route plan*, 2024.
- [2] GEOS, *Lageplan BEI und OW4 (PL_383_00_EP_Lageplan_BI_01-04) Lageplan Landtrasse BEI und OW4, Anlage 1.1*, 2024.
- [3] GEOS, *Lageplan BEI (PL_382_00_EP_Lageplan_BI_01-08) Lageplan Landtrasse BEI, Anlage 2.1*, 2024.
- [4] GEOS, *Lageplan und Details Anlandung BEI und OW4 (PL_057_02_MT_Lageplan_250829 und PL_060_00_MT_Details_250709)*, 2025.
- [5] HELLENIC CABLES, *Datenblatt OW3-Landkabel (OW3-HEL-IN-CDO-TR-000002_05) 220kV Land cable design report*, 2023.
- [6] NKT, *Datenblatt BEI-Landkabel (1AA0664887_Rev.D) Design report - App18 - 3000 mm² HVDC onshore cables*, 2024.
- [7] NKT, *Datenblatt BEI-Seekabel (1AA0686670_Rev.G) Datasheet 3000 mm² HVDC offshore cables*, 2025.
- [8] NKT, *Datenblatt OW4-Landkabel (1AA0664887_Rev.D) Design report - App18 - 3000 mm² HVDC onshore cables*, 2024.
- [9] NKT, *Datenblatt OW4-Seekabel (1AA0686670_Rev.G) Datasheet 3000 mm² HVDC offshore cables*, 2025.
- [10] Bundesregierung, *26. BImSchV Verordnung über elektromagnetische Felder – in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. August 2013*, Berlin: Bundesregierung, 2013.
- [11] LAI - Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, *LAI-Hinweise zur Durchführung der 26. BImSchV*, Landshut: LAI, 17. und 18. September 2014.
- [12] Bundesregierung, *26. BImSchVVwV Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV (26. BImSchVVwV) vom 26. Februar 2016, BAnz. AT 03. März 2016 B5*, 2016.
- [13] Bundesregierung, „Bundes-Immissionsschutzgesetz,“ Berlin, 2017.
- [14] Bundesnetzagentur, „Bundesnetzagentur.de,“ [Online]. Available: <https://emf3.bundesnetzagentur.de/karte/Default.aspx>. [Zugriff am 14 05 2025].
- [15] Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie - FGEU mbH, „WinField/EFC 400,“ FGEU, 12 - 2022. [Online]. Available: <http://www.fgeu.de/html/wf.htm>. [Zugriff am 01 07 2022].

ANLAGENVERZEICHNIS UND FARBLEGENDE

Zur besseren Veranschaulichung ist in Anlage 1 eine großformatige Darstellung der Anlagengrenze (definiert durch die beiden äußeren Kabel) inklusive des relevanten AVV-Einwirkungsbereiches abgebildet.

Anlagen:

Anlage 1	Atlas der OW4-525-kV-DC-Landkabel-Trasse Planfeststellungsverfahren Offshore-Projekt „OST-2-4“ (Ostwind 4) im Küstenmeer Mecklenburg-Vorpommern (525-kV-DC-Landkabel-Trasse) Übersichtsplan inklusive AVV-Einwirkungsbereich	9 Seiten
-----------------	--	----------



Über DNV

DNV ist der unabhängige Experte für Risikomanagement und -sicherung und in mehr als 100 Ländern tätig. Mit umfassender Erfahrung und fundiertem Fachwissen fördert DNV Sicherheit und nachhaltige Leistung, setzt Maßstäbe in der Branche und inspiriert und erfindet Lösungen.

Ob es um die Bewertung eines neuen Schiffsdesigns, die Optimierung der Leistung eines Windparks, die Analyse von Sensordaten aus einer Gaspipeline oder die Zertifizierung der Lieferkette eines Lebensmittelunternehmens geht, DNV ermöglicht seinen Kunden und deren Stakeholdern, wichtige Entscheidungen mit Vertrauen zu treffen.

Angetrieben von dem Ziel, Leben, Eigentum und die Umwelt zu schützen, hilft DNV bei der Bewältigung der Herausforderungen und globalen Veränderungen, mit denen unsere Kunden und die Welt heute konfrontiert sind, und ist eine vertrauenswürdige Stimme für viele der erfolgreichsten und zukunftsorientiertesten Unternehmen der Welt.