

Gleichstromleitung A-Nord BBPIG Vorhaben Nr. 1 Emden Ost – Osterath

Unterlagen zur Bundesfachplanung nach § 8 NABEG

Unterlage 6
Immissionsschutzrechtliche Ersteinschätzung

Abschnitt D: NRW Süd

Stand: April 2020

Version 1.0

Impressum

Auftraggeber:

Amprion GmbH
Robert-Schuman-Straße 7
44263 Dortmund



Auftragnehmer:

Sweco GmbH
Karl-Ferdinand-Braun-Str. 9
28359 Bremen



**In Zusammenarbeit
mit:**

Bosch & Partner GmbH
Lortzingstr. 1
30177 Hannover



Ingenieur- und Planungsbüro Lange
GbR
Carl-Peschken-Str. 12
47441 Moers



Inhaltsverzeichnis

1	Anlass	1
2	Elektrische und magnetische Felder	3
2.1	Gesetzliche Grundlagen und Regelwerke	3
2.1.1	26. BImSchV	3
2.1.2	26. BImSchVVwV	4
2.2	Technische Ausführungen	5
2.2.1	Erdkabel in Gleichstromtechnik	5
2.2.2	Freileitung in Wechselstromtechnik	10
2.2.3	Erdkabel in Wechselstromtechnik	14
3	Geräusche	19
3.1	Baubedingte Geräusche	19
3.2	Betriebsbedingte Geräusche	21
4	Fazit	27

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1	Magnetische Flussdichte im Regelgrabenprofil	7
Abb. 2-2	Magnetische Flussdichte in einer Engstellensituation	8
Abb. 2-3	Magnetische Flussdichte am Ein-/Austrittspunkt einer Unterquerung	9
Abb. 2-4	Elektrische Feldstärke der betrachteten Freileitung	12
Abb. 2-5	Magnetische Flussdichte der betrachteten Freileitung	12
Abb. 2-6	Wechselstromkorridor mit PTA im Raum Emden	14
Abb. 2-7	Regelgrabenprofil eines Wechselstrom-Erdkabels	16
Abb. 2-8	Magnetische Flussdichte im Regelgrabenprofil	17
Abb. 3-1	Betriebsbedingte Geräusche der betrachteten Freileitung (Isoliniendarstellung)	24
Abb. 3-2	Abstand zur PTA zur Einhaltung der Richtwerte der TA Lärm	26

Tabellenverzeichnis

Tab. 2-1	Annahmen zum Regelgrabenprofil	6
Tab. 2-2	Annahmen für eine Engstellensituation	7
Tab. 2-3	Annahmen für eine typische geschlossene Bauweise	9
Tab. 2-4	Regelannahmen für Freileitungsverbindung	10
Tab. 2-5	Erfassungskriterien potenzieller Immissionsorte	14
Tab. 2-6	Annahmen zum Regelgrabenprofil	16
Tab. 3-1	Immissionsrichtwerte in Bezug auf baubedingte Geräusche	19
Tab. 3-2	Immissionsrichtwerte nach TA Lärm	21
Tab. 3-3	Erfassungskriterien potenzieller Immissionsorte	25

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Langform
A	Ampere
ATKIS	Amtliches topografisch-kartografisches Informations-System
Abs.	Absatz
AC	<i>Engl. alternating current</i> , Wechselstrom, Drehstromtechnik
ACS	Stalumdrähte
Al	Aluminium
Anh.	Anhang
AVV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift
BBPIG	Gesetz über den Bundesbedarfsplan (Bundesbedarfsplangesetz)
BFP	Bundesfachplanung
BGBI.	Bundesgesetzblatt
BImSchG	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissions-schutzgesetz)
BImSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutz-Gesetzes
BImSchVVwV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder
BNetzA	Bundesnetzagentur
bzgl.	Bezüglich
bzw.	Beziehungsweise
ca.	Circa
dB (A)	Dezibel, Filterkurve A
DC	<i>Engl. direct current</i> , Gleichstromtechnik
d. h.	Das heißt
DIN	Deutsches Institut für Normung
DMR	Metallischer Rückleiter
EK	Erdkabel (Höchst- bzw. Hochspannung)
EnLAG	Gesetz zum Ausbau von Energieleitungen (Energieleitungsausbaugesetz)
EnWG	Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz)
EOK	Erdoberkante
etc.	Et cetera
EU	Europäische Union
f.	Folgende [Seite]
ff.	Folgende [Seiten]
FL	Freileitung Höchst- bzw. Hochspannung
gem.	Gemäß

Abkürzung	Langform
ggf.	Gegebenenfalls
GW	Gigawatt
HDD-Verfahren	Horizontal-Directional-Drilling-Verfahren (Bohrverfahren)
HGÜ	Höchstspannungs-Gleichstrom-Übertragung
i. d. R.	In der Regel
i. S.	Im Sinne
i. V. m.	In Verbindung mit
i. w. S.	Im weiteren Sinne
ICNIRP	<i>Engl. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection</i>
IGBT	<i>Engl. Insulated Gate Bipolar Transistor</i>
km	Kilometer
kV	Kilovolt
LAI	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz
lt.	Laut
LWL	Lichtwellenleiter
m	Meter
mm	Millimeter
max.	Maximal
mind.	Mindestens
Mio.	Million
Mrd.	Milliarde
NABEG	Netzausbaubeschleunigungsgesetz Übertragungsnetz
Nr.	Nummer
NVP	Netzverknüpfungspunkt
o. ä.	Oder ähnliches
PFV	Planfeststellungsverfahren
Pot.	Potenziell
PTA	Potenzielle Trassenachse
S.	Satz
S.	Seite
sog.	Sogenannt
SSK	Deutsche Strahlenschutzkommission
SUP	Strategische Umweltprüfung
TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
teilw.	Teilweise
TK	Trassenkorridor
TKS	Trassenkorridorsegment

Abkürzung	Langform
u.	Und
u. a.	Unter anderem
ÜNB	Übertragungsnetzbetreiber
VO	Verordnung
VPE	Kunststoffisolierte Kabel (Vernetztes Polyethylen)
VSC	<i>Engl. Voltage Sourced Converter</i>
VTK	Vorschlagstrassenkorridor
z. B.	Zum Beispiel
z. T.	Zum Teil
zzgl.	Zuzüglich
μT	Mikrotesla

Anhang

Anhang 1 Schalltechnische Untersuchung nach AVV Baulärm

1 **Anlass**

Durch Bau und Betrieb von Höchstspannungsanlagen können elektrische und magnetische Felder sowie Geräusche auftreten. Elektrische und magnetische Felder entstehen nur in unmittelbarer Nähe von spanungs- bzw. stromführenden Leitern, Geräusche nur in unmittelbarer Nähe von Bautätigkeiten oder ggf. von in Betrieb befindlichen Anlagen. Der Betreiber einer Höchstspannungsanlage ist hinsichtlich der potenziell auftretenden Immissionen verpflichtet, die entsprechenden gesetzlichen Anforderungen einzuhalten.

Auf Ebene der Bundesfachplanung ist Ziel der gutachterlichen Ermittlung im Hinblick auf den Immissionsschutz „die Gewährleistung der grundsätzlichen Zulassungsfähigkeit der Trassenkorridore durch Identifikation unüberwindbarer Planungshindernisse“ (LAI 2017: 10). Diese Aufgabenstellung ist auch in den für das Vorhaben A-Nord festgelegten Untersuchungsrahmen nach § 7 NABEG formuliert (vgl. BNetzA 2018a: S. 53). Daher wird im Rahmen der Bundesfachplanung für das Vorhaben A-Nord prognostisch durch unter Regelannahmen durchgeführte Berechnungen die Einhaltung maßgeblicher Grenzwerte dargelegt, um nachzuweisen, dass der Festlegung des Trassenkorridors keine unüberwindbaren Planungshindernisse entgegenstehen. Konkrete und raumspezifische Nachweise über die Einhaltung maßgeblicher Grenzwerte werden im nachfolgenden Planfeststellungsverfahren auf Grundlage der dort zur Verfügung stehenden Detailplanung erbracht.

Im Folgenden werden im Hinblick auf die potenziell auftretenden Immissionen der Höchstspannungsanlage zunächst die auf dieser Planungsebene maßgeblichen gesetzlichen Grundlagen dargelegt.

Das Vorhaben A-Nord besteht aus einer vorrangig als Erdkabel zu errichtenden Gleichstromverbindung.

Die für das Vorhaben A-Nord maßgeblichen gesetzlichen Grundlagen lassen zudem grundsätzlich eine weitere technische Ausführungsart zu:

- Freileitung in Gleichstromtechnik als potenzieller Ausnahmefall (§ 3 Abs. 2, 3 BBPIG)

Allerdings kann bereits in diesem Planungsstadium konstatiert werden, dass die Voraussetzungen für die Errichtung einer Freileitung in Gleichstromtechnik vorliegend nicht gegeben sind und daher auch eine prognostische Immissionsbetrachtung entfallen kann. So kommt eine Freileitung in Gleichstromtechnik nur für Teilabschnitte des Vorhabens A-Nord nach den in § 3 Abs. 2 und 3 BBPIG dargelegten gesetzlichen Ausnahmeregelungen in Betracht. Im Rahmen der Untersuchungen haben sich keine Ausnahmetatbestände nach § 3 Abs. 2 BBPIG ergeben, die die Errichtung einer Freileitung auf Teilabschnitten rechtfertigen würden. Zudem wurde die Prüfung des Einsatzes einer Freileitung gem. § 3 Abs. 3 BBPIG von Gebietskörperschaften, auf deren Gebiet ein Trassenkorridor voraussichtlich verlaufen wird, in den Antragskonferenzen aller Abschnitte nicht verlangt.

Zur Anbindung eines Konverters an den gesetzlich festgelegten Netzverknüpfungspunkt ist eine Wechselstromverbindung zu errichten. Die Untersuchung der Wechselstromverbindung im Hinblick auf raumordnerische und umweltfachliche Belange erfolgt in Unterlage 9. Die Verbindung ist grundsätzlich als Freileitung zu errichten (§ 3 Abs. 6 i. V. m. § 4 Abs. 1 BBPIG). Unter bestimmten Voraussetzungen kann die Wechselstromverbindung allerdings auch als Erdkabel errichtet werden. Die dafür nötigen Voraussetzungen sind in § 4 Abs. 2 BBPIG dargelegt. Demnach werden, auch gemäß den Festlegungen der Untersuchungsrahmen nach § 7 NABEG, die drei genannten technischen Anwendungsfälle, die als Teil des Vorhabens A-Nord realisiert werden können, dargelegt und einer prognostischen Immissionsbetrachtung unterzogen:

- Erdkabel in Gleichstromtechnik als Regelfall für die ca. 300 km lange Verbindung (§ 3 BBPIG)
- Freileitung in Wechselstromtechnik als gesetzlicher Regelfall für eine Konverteranbindung (§ 3 Abs. 6 i. V. m. § 4 Abs. 1 BBPIG)

- Erdkabel in Wechselstromtechnik als potenzieller Ausnahmefall für eine Konverteranbindung (§ 3 Abs. 6 i. V. m. § 4 Abs. 2 BBPlG).

Gegenstand der hier vorliegenden immissionsschutzrechtlichen Ersteinschätzung ist – neben der Gleichstromverbindung mit Erdkabelvorrang – lediglich die Wechselstrom-Anbindung des Konverters im Raum Emden. Eine Untersuchung der südlichen Konverteranbindung im Raum Osterath erfolgt demgegenüber in Unterlage 9, insbesondere im Anhang 4 und 5. Dies liegt darin begründet, dass die zur Beurteilung der Realisierbarkeit nötigen Untersuchungen für die Wechselstrom-Anbindung des südlichen Konverters im Rahmen des Vorhabens Ultranet durchgeführt werden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden in die Unterlagen des Vorhabens A-Nord übernommen. Die Anbindungsleitung ist sowohl Bestandteil des Vorhabens A-Nord als auch des Vorhabens Ultranet (siehe Unterlage 1, Kapitel 2.3).

Die Errichtung eines Erdkabels als zumutbare Alternative kann auf Ebene der Korridorplanung im Sinne des § 4 Abs. 2 Nr. 3 und 4 BBPlG (Arten- und Gebietsschutz) nicht abschließend ausgeschlossen werden, da nach derzeitigem Kenntnisstand eine Freileitung gegen die Verbote des § 44 Abs. 1 verstoßen könnte, bzw. erhebliche Beeinträchtigungen von Natura 2000 Gebieten nicht ausgeschlossen werden können. Daher wird in den Unterlagen nach § 8 NABEG sowie in der hier vorliegenden Immissionsschutzrechtlichen Ersteinschätzung auch die mögliche Ausführungsart eines Wechselstrom-Erdkabels betrachtet (siehe Unterlage 9).

Zur Integration der geplanten Gleichstromverbindung in das bestehende 380-kV-Höchstspannungsnetz (Drehstrom) werden zudem Konverteranlagen am Anfang und Ende der Verbindung benötigt, die der Umwandlung von Gleich- in Drehstrom sowie umgekehrt dienen. Somit stellen die Konverter für den Betrieb der Energieleitung notwendige Anlagen dar. Die Zulassung von Bau und Betrieb des Konverters ist aber nicht Bestandteil der Bundesfachplanung des Vorhabens A-Nord und damit auch nicht Bestandteil dieser Immissionsbetrachtung.

2 Elektrische und magnetische Felder

Das Vorhaben A-Nord wird überwiegend als Erdkabel in Gleichstromtechnik ausgeführt, die Konverteranbindung erfolgt im Regelfall als Freileitung in Wechselstromtechnik, sowie ggf. im Eintreten einer Ausnahme, als Erdkabel in Wechselstromtechnik. Eine Gleichstromanlage kann grundsätzlich elektrische und magnetische Gleichfelder hervorrufen, eine Wechselstromanlage kann entsprechend elektrische und magnetische Wechselfelder (Frequenz 50 Hz) hervorrufen.

Das elektrische Feld wird bei einem unterirdisch verlegten Kabel vollständig abgeschirmt, so dass beim Betrieb der Kabelverbindung nur magnetische Felder an der Erdoberfläche nachweisbar sind. Die Betriebsspannung, die für das elektrische Feld unterhalb von Freileitungen verantwortlich ist, ist bei Erdkabeln entsprechend nicht relevant für die Immissionsbetrachtung.

Für die Immissionen gelten gesetzliche Vorgaben (Kap. 2.1), deren Einhaltung für die verschiedenen technischen Ausführungen (Kap. 2.2) betrachtet wird.

2.1 Gesetzliche Grundlagen und Regelwerke

Grundlage für die Beurteilung der elektrischen und magnetischen Immissionen sind neben der 26. Bundesimmissionsschutzverordnung (26. BImSchV) und der dazugehörigen Verwaltungsvorschrift (Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchVVwV) die Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (LAI 2014). Berücksichtigt wird außerdem die DIN EN 50413 (VDE 0848-1); Grundnorm zu Mess- und Berechnungsverfahren der Exposition von Personen in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern (0 Hz bis 300 GHz).

2.1.1 26. BImSchV

Die Festlegung von Grenzwerten zur Gewährleistung eines ausreichenden Schutzes der Bevölkerung vor schädlichen Umwelteinwirkungen obliegt dem Gesetz- bzw. Verordnungsgeber. Maßgebliche gesetzliche Grundlage für die Immissionen elektrischer und magnetischer Felder ist die aufgrund des Bundesimmissionsschutzgesetzes erlassene 26. BImSchV (Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV)). Die Vorgaben der 26. BImSchV beruhen auf einer Empfehlung der internationalen Strahlenschutzkommission (ICNIRP) und spiegeln den aktuellen Stand der Forschung bezüglich möglicher Wirkungen niederfrequenter elektrischer und magnetischer Felder auf den Menschen wider. Zur Sicherstellung eines hohen Schutzniveaus für die Gesundheit hat auch der Rat der Europäischen Union diese Werte in seiner Empfehlung zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern übernommen. Die organisatorisch dem Bundesamt für Strahlenschutz angegliederte Deutsche Strahlenschutzkommission (SSK) hat die internationale Wirkungsforschung zu elektromagnetischen Feldern in ihrer Empfehlung („Grenzwerte und Vorsorgemaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor elektromagnetischen Feldern“ [SSK, 2001]) vom September 2001 ausführlich dargestellt. Diese Empfehlung schließt auch die Bewertung statistischer Studien zu elektromagnetischen Feldern und Kinderleukämie ein. Danach ist das von der ICNIRP empfohlene Grenzwertkonzept auch nach Meinung der Deutschen Strahlenschutzkommission geeignet, den Schutz des Menschen vor elektrischen und magnetischen Feldern sicherzustellen.

Die Vorgaben der 26. BImSchV werden regelmäßig überprüft und entsprechen daher dem aktuellen Stand der internationalen Forschung auf dem Gebiet der elektromagnetischen Felder. So beobachtet die SSK laufend die internationalen Forschungen in diesem Bereich und passt im Bedarfsfall ihre Empfehlungen dem neuesten Stand der Erkenntnisse an. Zuletzt hat die SSK 2008 die bestehende Grenzwertregelung bestätigt. In dieser Empfehlung stellt die SSK auch unter Auseinandersetzung mit internationalen Standards fest, „dass auch nach Bewertung der neueren wissenschaftlichen Literatur keine wissenschaftlichen Erkenntnisse in Hinblick auf mögliche Beeinträchtigungen der Gesundheit durch niederfrequente elektrische und magnetische Felder vorliegen, die ausreichend belastungsfähig wären, um eine Veränderung der bestehenden Grenzwertregelung der 26. BImSchV zu rechtfertigen.“

Aus der Analyse der vorliegenden wissenschaftlichen Literatur ergeben sich auch keine ausreichenden Belege, um zusätzliche verringerte Vorsorgewerte zu empfehlen, von denen ein quantifizierbarer gesundheitlicher Nutzen zu erwarten wäre“ (SSK 2008). Bei der letzten Novellierung der 26. BImSchV im Jahr 2013 hat der Verordnungsgeber keine Veranlassung gesehen, aufgrund neuerer Erkenntnisse die Grenzwertfestlegungen zu verändern.

Die 26. BImSchV unterscheidet zwischen Gleichstromanlagen und Niederfrequenzanlagen.

Im Wesentlichen besteht das Vorhaben A-Nord aus einer Gleichstromanlage gemäß § 1 Abs. 2 Nr. 3 26. BImSchV. Gemäß § 3a der 26. BImSchV i. V. m. Anhang 1a ist sie so zu errichten und zu betreiben, dass an Orten, die zum dauerhaften oder vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung die im Anhang 1a zur 26. BImSchV genannten Grenzwerte nicht überschritten werden. Immissionsorte im Sinne der 26. BImSchV sind also auch Orte zum nur vorübergehenden Aufenthalt. Hinsichtlich der magnetischen Flussdichte ergibt sich für die hier beantragte Hochspannungsgleichstromverbindung aus der 26. BImSchV, dass diese einen Grenzwert von 500 μT nicht überschreiten darf. Hinsichtlich der elektrischen Feldstärke ist kein Grenzwert festgelegt - es sind jedoch Wirkungen wie Funkenentladungen auch zwischen Personen und leitfähigen Objekten, die zu erheblichen Belästigungen oder Störungen führen können, zu vermeiden.

Die Anbindung des Konverters, im Regelfall durch eine Freileitung und im Ausnahmefall durch ein Erdkabel zu realisieren, stellt eine Niederfrequenzanlage gemäß § 1 Abs. 2 Nr. 2 26. BImSchV dar. Gemäß § 3 der 26. BImSchV i. V. m. Anhang 1a ist sie so zu errichten und zu betreiben, dass an Orten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung die im Anhang 1a zur 26. BImSchV genannten Grenzwerte nicht überschritten werden. Hinsichtlich der magnetischen Flussdichte ergibt sich für die hier beantragte Hochspannungswechselstromverbindung aus der 26. BImSchV, dass diese einen Grenzwert von 100 μT (bei einer Frequenz von 50 Hz) nicht überschreiten darf. Hinsichtlich der elektrischen Feldstärke, die nur im Falle einer Freileitung entsteht, ergibt sich analog, dass diese einen Grenzwert von 5 kV/m nicht überschreiten darf. Für Niederfrequenzanlagen mit einer Frequenz von 50 Hz und einer Nennspannung von 220 kV und mehr, die in einer neuen Freileitungstrasse errichtet werden, gilt außerdem gemäß § 4 Abs. 3 der 26. BImSchV ein Verbot für die Überspannung von Gebäuden und Gebäudeteilen. Des Weiteren sind Wirkungen wie Funkenentladungen zu vermeiden, wenn sie zu erheblichen Belästigungen führen können (§ 3 Abs. 4 26. BImSchV).

2.1.2 26. BImSchVVwV

Laut § 4 Abs. 2 der 26. BImSchV sind bei Errichtung und wesentlicher Änderung von Niederfrequenzanlagen sowie Gleichstromanlagen die Möglichkeiten auszuschöpfen, 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 nähere Vorgehensweise regelt die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV (BImSchVVwV).

Folgende technische Möglichkeiten zur Minimierung kommen für das Vorhaben A-Nord in Betracht:

- Gleichstrom-Erdkabel:
 - Minimierung der Kabelabstände
 - Optimierung der Polanordnung
 - Optimierung der Verlegetiefe
- Wechselstrom-Freileitung:
 - Abstandsoptimierung
 - Elektrische Schirmung
 - Minimierung der Seilabstände

- Optimieren der Mastkopfgeometrie
- Optimieren der Leiteranordnung
- Wechselstrom-Erdkabel:
 - Minimierung der Kabelabstände
 - Optimierung der Leiteranordnung
 - Optimierung der Verlegegeometrie
 - Optimierung der Verlegetiefe

Bei der Überprüfung der Minimierungsmaßnahmen wird im Planfeststellungsverfahren zunächst betrachtet, ob sich mindestens ein maßgeblicher Minimierungsort (vgl. Nr. 2.11 der 26.BImSchVVwV) im Einwirkungsbereich der Anlage befindet. Der Einwirkungsbereich einer Anlage ist der Bereich, in dem die Anlage sich signifikant von den natürlichen und mittleren anthropogen bedingten Immissionen abhebende elektrische oder magnetische Felder verursacht (vgl. Nr. 2.5 der 26.BImSchVVwV). Für Gleichstrom-Erdkabel mit 380 kV liegt der Einwirkungsbereich bei 15 m, für 50 Hz-Drehstrom Freileitungen mit 380 kV beträgt der Einwirkungsbereich 400 m, für 50 Hz-Drehstrom Erdkabel beträgt der Einwirkungsbereich 100 m. Der jeweilige Bewertungsabstand beträgt 5 m (Gleichstrom-Erdkabel), 20 m (Freileitung), bzw. 10 m (50 Hz-Drehstrom Erdkabel). Der Bewertungsabstand ist derjenige Abstand von der Anlage, ab dem die Feldstärken mit zunehmender Entfernung durchgehend abnehmen. Die Bewertung der elektrischen und magnetischen Felder hat (vgl. Nr. 4 der 26. BImSchVVwV) unabhängig von der Art der Anlage (Erdkabel oder Freileitung) zum Zwecke der Minimierung in einer Höhe von 1 m über EOK zu erfolgen.

Die konkrete Abarbeitung der Anforderungen der 26. BImSchVVwV erfolgt im Planfeststellungsverfahren bei bekanntem Trassenverlauf. Daher werden im Folgenden nur prognostische Betrachtungen durchgeführt, ohne Bezug auf konkrete Minimierungsorte.

2.2 Technische Ausführungen

Im Folgenden werden die technischen Ausführungsvarianten aufgeführt, die zur Realisierung des Vorhabens A-Nord nötig werden und die für eine Betrachtung des magnetischen (und ggf. des elektrischen) Feldes relevant sein können. Dies sind im Einzelnen:

- Erdkabel in Gleichstromtechnik als Regelfall für das Vorhaben A-Nord (vgl. § 3 Abs. 1 BBPlG)
- Freileitung in Wechselstromtechnik als Regelfall für eine Konverteranbindung im Rahmen des Vorhabens A-Nord (vgl. § 3 Abs. 6 i. V. m. § 4 Abs. 1 BBPlG)
- Erdkabel in Wechselstromtechnik als potenzieller Ausnahmefall für eine Konverteranbindung (§ 3 Abs. 6 i. V. m. § 4 Abs. 2 BBPlG).

Diese Varianten werden in den Kapiteln 2.2.1, 2.2.2 und 2.2.3 betrachtet. Wie in Kapitel 1 dargelegt, sind andere technische Anwendungsfälle für das Vorhaben A-Nord nach derzeitigem Planungsstand auszuschließen und daher nicht Teil dieser prognostischen Betrachtung.

2.2.1 Erdkabel in Gleichstromtechnik

Das Vorhaben A-Nord besteht im Wesentlichen aus einer zwischen den NVP Osterath und Emden Ost zu errichtenden Gleichstromverbindung, die vorrangig als Erdkabel auszuführen ist (§ 3 Abs. 1 BBPlG).

Im Regelfall wird das Gleichstrom-Erdkabel in offener Bauweise im Regelgrabenprofil verlegt (siehe Unterlage 1, Kapitel 3). Im Fall von Engstellen kann die offene Bauweise auch mit schmaleren Baubedarfsflächen und Schutzstreifenbreiten auskommen. Bei Querungen von Gewässern, Infrastrukturen oder naturschutzfachlich sensiblen Bereichen kann zudem die geschlossene Bauweise verwendet werden. Variable Parameter in der technischen Ausführung, die relevanten Einfluss auf

magnetische Felder haben können, sind zudem die Legetiefe der Kabel, deren Betriebsweise sowie der Abstand der Systeme untereinander.

Gemäß LAI 2014 (Abs. II.3a.5) ist die Vorbelastung durch andere Gleichstromanlagen im Einwirkungsbereich zu berücksichtigen, wenn sie relevant zur Immission beitragen können. Der Einwirkungsbereich eines Gleichstrom-Erdkabels wird dabei nach LAI 2014 mit 1 m angesetzt. Aus unterschiedlichen Gründen, etwa zur Sicherung des ungestörten Betriebs der Anlage, gelten für Anlagen dieser Form Sicherheitsabstände und Schutzstreifenbreiten (siehe auch Unterlage 1, Kapitel 3), die je nach raumkonkreter Auslegung der Anlage einzuhalten sind. Diese Abstände sind regelmäßig so weit ausgelegt, dass auf Ebene der Korridorplanung im Einwirkungsbereich keine anderen Gleichstromanlagen zu berücksichtigen sind.

Im Regelgrabenprofil sind zwei Systeme mit je drei Einzelkabeln (plus, minus, neutral) vorgesehen. Für die Überdeckung der Kabel wird ein Wert von ca. 1,5 - 1,8 m zugrunde gelegt. Mit der Überdeckung des Kabels ist auch die Legetiefe bestimmt. Für die Einzelkabel eines Systems wird ein Abstand von 0,75 m, zwischen beiden Systemen im Regelgrabenprofil ein Abstand von 14,2 m zugrunde gelegt, an Engstellen wird von einem Abstand von 3 m ausgegangen. A-Nord kann monopolar oder bipolar betrieben werden. Im Regelfall des Bipol-Betriebs sind die Pole innerhalb beider Systeme in der Reihenfolge Plus-Minus-Neutral angeordnet. Im Monopol-Betrieb übernimmt der Neutralleiter die Funktion des weggefallenen Pols und trägt den dementsprechenden Strom.

Bei der Bestimmung der Immissionen wird mit der höchsten betrieblichen Anlagenauslastung gerechnet. Diese ist nach 26.BImSchV über eine technische Grenze charakterisiert. Diese Grenze stellt hier der thermisch maximal zulässige Dauerstrom dar. Es wird weiterhin angenommen, dass die Ströme in Hin- und Rückleiter gleich hoch sind. Die Berechnungen werden mit Nennstrom durchgeführt. Die Betriebsspannung ist beim Erdkabel irrelevant für die Immissionsbetrachtung, da das durch die Spannung hervorgerufene elektrische Feld eines unterirdisch verlegten Kabels komplett abgeschirmt wird. Es wird eine Spannungsebene von 380 kV angenommen, aber auch höhere Betriebsspannungen würden zu keinem elektrischen Feld oberhalb des Erdbodens führen.

Zur Durchführung prognostischer Berechnungen ist es erforderlich, bereits auf Ebene der Korridorplanung Annahmen zur technischen Ausführung zugrunde zu legen, die als Parameter in die Berechnung einfließen. Jedoch können sich diese Parameter im Zuge der noch zu erfolgenden Detailplanung (im Planfeststellungsverfahren) ändern.

Die Annahmen der Tab. 2-1 beziehen sich auf das Regelgrabenprofil des Projekts A-Nord (siehe Unterlage 1, Kapitel 3):

Tab. 2-1 Annahmen zum Regelgrabenprofil

	Angenommener Wert in der prognostischen Betrachtung
Überdeckung der Kabel	ca. 1,8 m
Kabelabstände im System	ca. 0,75 m
Systemabstand (mittleres Kabel zu mittlerem Kabel)	ca. 14,2 m
Strom pro Pol	1750 A
Betriebsspannung	380 kV
Polanordnung für beide Systeme	N/+/- // +/-/N

Unter den dargelegten Annahmen ergibt sich für das Regelgrabenprofil folgender Verlauf (vgl. Abb. 2-1) der magnetischen Flussdichte in 0,2 m Höhe (nach LAI 2014 zur Auswahl des Messpunktes überhalb eines Erdkabels).

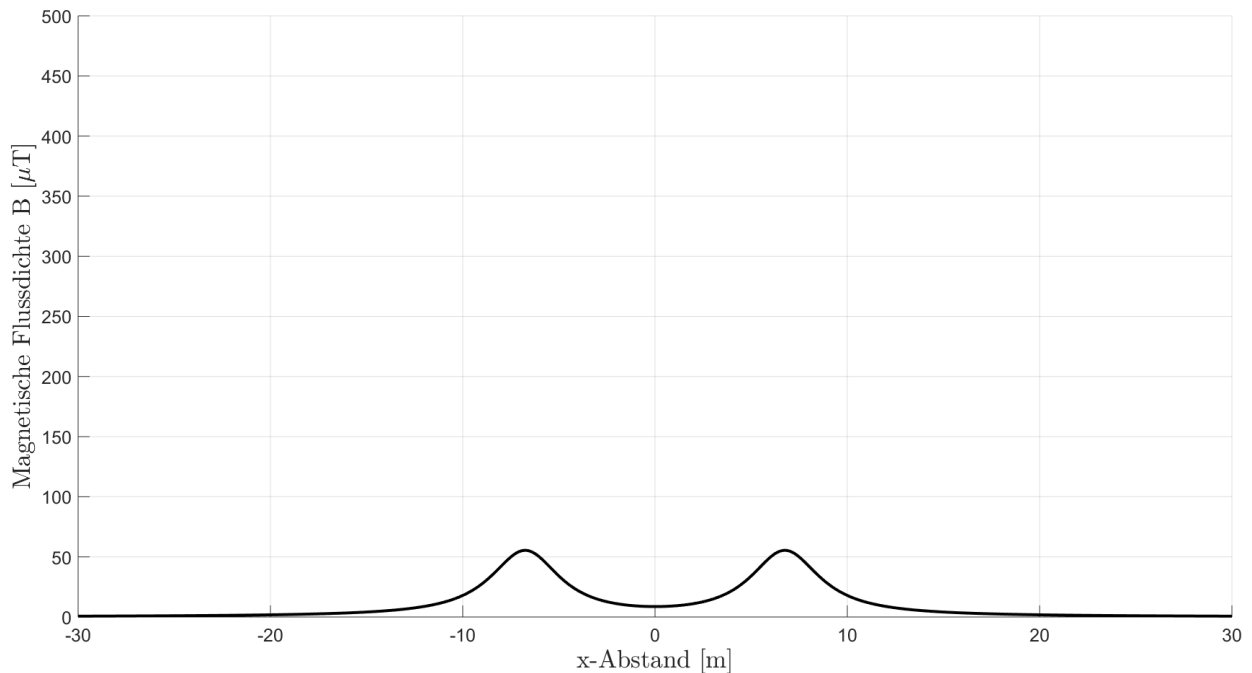


Abb. 2-1 Magnetische Flussdichte im Regelgrabenprofil

Abb. 2-1 zeigt, dass die maximale Immission des magnetischen Gleichfeldes im beschriebenen Regelgrabenprofil prognostisch knapp über 50 μT beträgt. Damit liegt diese maximale Immission im Bereich des Erdmagnetfeldes, das in Deutschland etwa 50 μT beträgt. Sie liegt also weit unter dem gesetzlichen Grenzwert von 500 μT .

Im Sinne einer konservativen Abschätzung im Hinblick auf mögliche Immissionen wird zusätzlich zum Regelgrabenprofil auch eine Engstellensituation in offener Bauweise betrachtet. Neben der horizontal engeren Anordnung von Systemen werden auch Parameter zu Legetiefe und Strömen mit für die Immissionsbetrachtung besonders konservativen Werten versehen. Dazu werden folgende Parameter angenommen:

Tab. 2-2 Annahmen für eine Engstellensituation

	Angenommener Wert in der prognostischen Betrachtung
Überdeckung der Kabel	ca. 1,5 m (bei größerer Überdeckung sind die Immissionen aufgrund des größeren Abstandes geringer)
Kabelabstände im System	ca. 0,75 m
Systemabstand (mittleres Kabel zu mittlerem Kabel)	ca. 4,5 m (die Immissionen der Gesamtsysteme können sich grundsätzlich (je nach Polanordnung) konstruktiv überlagern, daher führt hier ein kleinerer Systemabstand zu einer konservativen Abschätzung)
Strom pro Pol	1750 A
Betriebsspannung	380 kV
Polanordnung für beide Systeme	+/- // -/+

	Angenommener Wert in der prognostischen Betrachtung
	<p>(analog zu -/N/+ // +/N/- diejenige Polanordnung, bei der sich die Immissionen beider Systeme im Bereich zwischen den Systemen konstruktiv überlagern.</p> <p>Außerdem entspricht diese Anordnung dem Monopol-Betrieb der Systeme. Da sich die magnetischen Felder von Hin- und Rückleiter innerhalb eines Systems kompensieren, führt ein größerer Abstand zwischen den Leitern zu einer schlechteren Kompensation)</p>

Unter den dargelegten Annahmen ergibt sich für eine konservative Betrachtung folgender Verlauf der magnetischen Flussdichte in 0,2 m Höhe (Auswahl des Messpunktes oberhalb eines Erdkabels gem. Nr. III.2.4 LAI 2014):

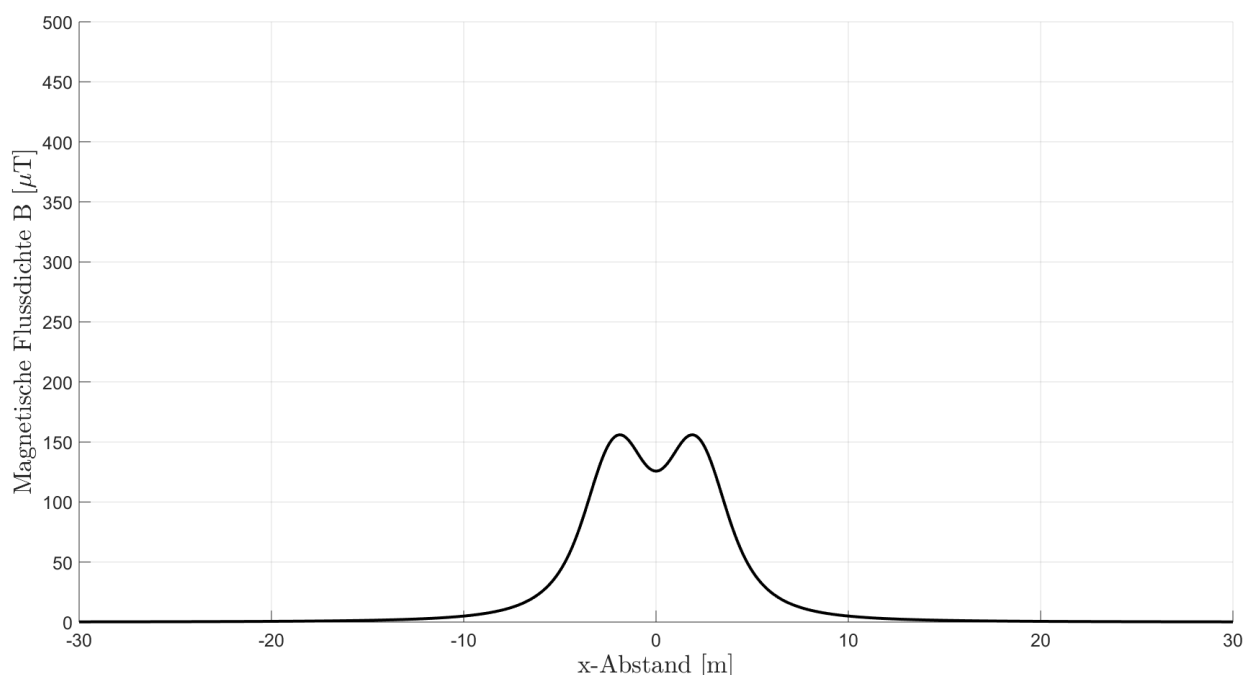


Abb. 2-2 Magnetische Flussdichte in einer Engstellensituation

Abb. 2-2 zeigt, dass die maximale Immission des magnetischen Gleichfeldes in der beschriebenen konservativen Betrachtung prognostisch knapp unter 160 μT liegt. Damit liegt die maximale Immission auch unter konservativen Annahmen weit unter dem gesetzlichen Grenzwert von 500 μT .

Als drittes Szenario wird eine typische geschlossene Bauweise betrachtet (siehe Unterlage 1, Anlage 3). Diese kann beispielsweise im Zuge zu unterquerender Infrastrukturen in Frage kommen. Während die Kabel im mittleren Bereich einer Unterquerung tiefer liegen als bei der Regelbauweise (wodurch oberirdische Immissionen deutlich geringer sind), ergibt sich im Bereich der Ein- und Austrittsstelle des Querungsverfahrens durch die Aufweitung der Systeme (größere Kabelabstände innerhalb der Systeme) eine schlechtere Kompensation der Magnetfelder sowie ebenfalls eine geringere Überdeckung des Kabels. Diese Situation wird im Folgenden betrachtet.

Tab. 2-3 Annahmen für eine typische geschlossene Bauweise

	Angenommener Wert in der prognostischen Betrachtung
Überdeckung der Kabel	ca. 1,5 m
Kabelabstände im System	ca. 3 m
Systemabstand (mittleres Kabel zu mittlerem Kabel)	ca. 12 m
Strom pro Pol	1750 A
Betriebsspannung	380 kV
Polanordnung für beide Systeme	N/+/- // +/-/N

Unter den dargelegten Annahmen ergibt sich für die konservative Betrachtung folgender Verlauf der magnetischen Flussdichte in 0,2 m Höhe (Auswahl des Messpunktes überhalb eines Erdkabels gem. Nr. III.2.4 LAI 2014):

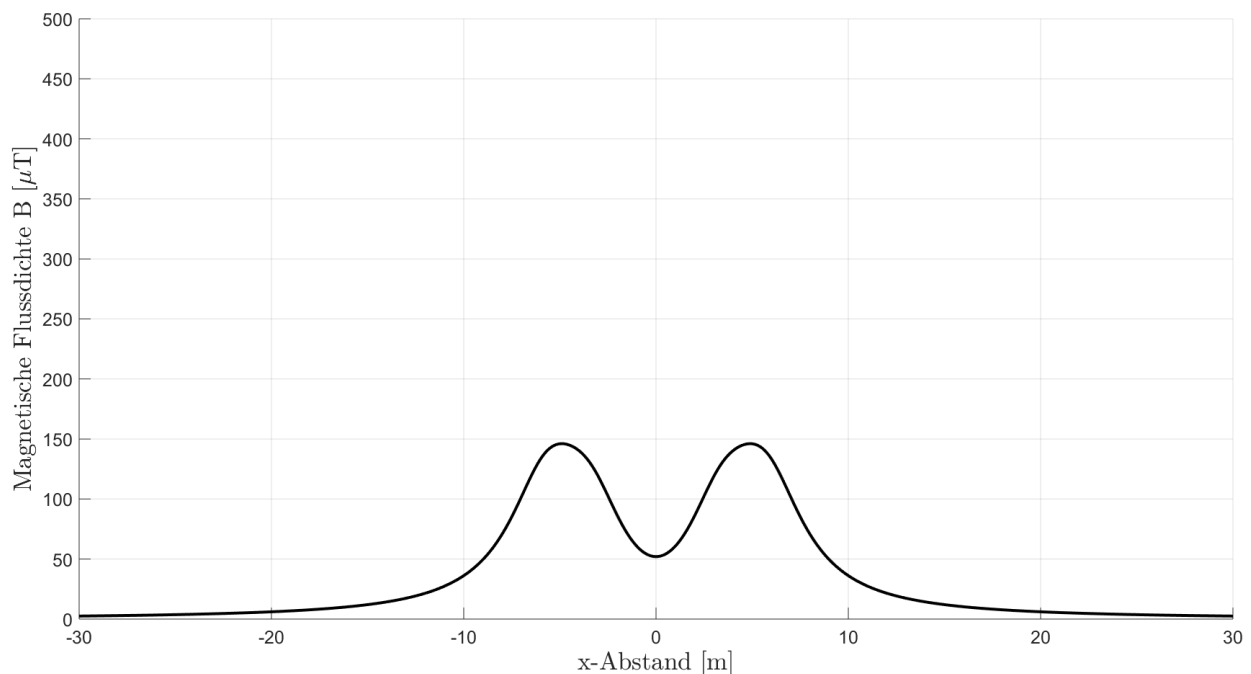
**Abb. 2-3 Magnetische Flussdichte am Ein-/Austrittspunkt einer Unterquerung**

Abb. 2-3 zeigt, dass die maximale Immission des magnetischen Gleichfeldes in der beschriebenen Betrachtung typischer Unterquerungen prognostisch knapp unter 150 μT liegt. Damit liegt die maximale Immission auch hier weit unter dem gesetzlichen Grenzwert von 500 μT .

Trotz der dargelegten deutlichen Grenzwertunterschreitung gilt grundsätzlich: Laut § 4 Abs. 2 der 26. BImSchV sind bei Errichtung und wesentlicher Änderung von Gleichstromanlagen die Möglichkeiten auszuschöpfen, 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 nähere Vorgehensweise regelt die 26. BImSchVVwV.

Die Minimierung erfolgt bezogen auf Immissionsorte (Gegebenheiten im Einwirkungsbereich) und ist daher Teil der Planfeststellung.

Für Erdkabel kommen dabei im Rahmen der noch folgenden Detailplanung folgende Minimierungsmaßnahmen in Betracht:

Minimierung der Kabelabstände

Kleinere Abstände zwischen Kabeln, in denen Ströme in entgegengesetzter Richtung fließen, sorgen für eine bessere Kompensation der einzelnen Felder und damit für ein geringeres Gesamtfeld. Die grundsätzliche Wirksamkeit dieser Maßnahme lässt sich am Vergleich der oben gezeigten Fälle (konservative Abschätzung (relevanter Kabelabstand 1,5 m) und Regelfall (relevanter Kabelabstand 0,75 m)) ablesen.

Optimieren der Polanordnung

Die Optimierung der Polanordnung bedeutet eine Verringerung der Abstände der Kabel, deren Einzelfelder sich kompensieren und/oder eine Vergrößerung der Abstände der Kabel, deren Einzelfelder sich aufaddieren. Die grundsätzliche Wirksamkeit dieser Maßnahme lässt sich am Vergleich der oben gezeigten Fälle (Polanordnung konservative Abschätzung: +/N/- // -/N/+ und Polanordnung Regelfall N/+/- // +/-/N) ablesen.

Optimieren der Verlegetiefe

Eine tiefere Verlegung der Kabel bewirkt eine Verringerung der Felder durch den erhöhten Abstand.

Alle Minimierungsmaßnahmen werden in der Planfeststellung mit Bezug auf maßgebliche Immissionsorte innerhalb des Einwirkungsbereichs getrennt voneinander betrachtet und nach der 26.BImSchVVWV bezüglich ihrer Wirkung abgewogen und bewertet. Darüber hinaus ist im Zuge der Bundesfachplanung keine weitere Betrachtung von Minimierungsmaßnahmen, etwa im Zuge der Strategischen Umweltprüfung, erforderlich.

2.2.2 Freileitung in Wechselstromtechnik

Die Anbindungsleitungen an Konverter sind als Leitungen zur Höchstspannungs-Drehstromübertragung entsprechend § 3 Abs. 6 i. V. m. § 4 Abs. 1 BBPlG grundsätzlich als Freileitung zu errichten. Die Anbindungsleitung ist für das Vorhaben A-Nord in räumlicher Nähe zum NVP Emden Ost zu errichten. Daher kommt im Vergleich zum Gesamtvorhaben diese technische Ausführungsvariante nur kleinräumig zur Anwendung (siehe Unterlage 9). Für eine prognostische Immissionsbetrachtung auf Korridorebene werden daher Regelannahmen für diese technische Ausführung zugrunde gelegt, die im betreffenden Korridorsegment zur Anwendung kommen können.

Als Regelfall für die prognostische Immissionsbetrachtung auf Korridorebene wird für die Wechselstromfreileitung ein Donaumast des Typs D46 angenommen. Zur Ersteinschätzung der im entsprechenden Bereich zu berücksichtigenden Immissionen wurde ein typisches Musterspannfeld berechnet, für das die in Tab. 2-4 dargestellten Parameter verwendet wurden.

Tab. 2-4 Regelannahmen für Freileitungsverbindung

	Angenommener Wert in der prognostischen Betrachtung
Masthöhe	55 m
Spannfeldlänge	350 m
Minimaler Bodenabstand (Spannfeldmitte)	15 m
Leiterseil	4 x Bündel AL/ACS 550/70
Technisch maximal möglicher Strom pro Viererbündel:	4348 A
Systemspannung:	380 kV

	Angenommener Wert in der prognostischen Betrachtung
Beispielhafte Polanordnung	

Bei der Bestimmung der Immissionen wird mit der maximalen Anlagenauslastung gerechnet. Diese ist nach 26. BImSchV über eine technische Grenze charakterisiert. Diese Grenze stellt den thermischen maximal zulässigen Dauerstrom dar.

Es wird weiterhin angenommen, dass die Ströme in allen Leiterseilen (mit Ausnahme der Erdseile) gleich hoch sind. Die Berechnungen werden mit Nennstrom und Nennspannung durchgeführt.

Die Prognose der Immissionen elektrischer und magnetischer Felder auf Basis dieses Musterspannfeldes wurde in einer Höhe von 1 m über EOK durchgeführt.

Im Sinne einer konservativen Abschätzung wird ein fiktiver Immissionsort direkt unterhalb der Leitung, in Spannfeldmitte betrachtet. Dort (Ort des geringsten Bodenabstandes) ergibt sich eine elektrische Feldstärke von maximal 3,4 kV/m sowie eine magnetische Flussdichte von 35 μ T (vgl. Abb. 2-4 und Abb. 2-5) in 1 m Höhe (Auswahl des Messpunktes unterhalb einer Freileitung nach LAI 2014). Bei beiden konservativen Abschätzungen ist somit die Einhaltung der Grenzwerte (5 kV/m sowie 100 μ T) direkt unterhalb der Leitung möglich. Bei der Betrachtung von Orten in Richtung der Aufhängepunkte der Leiterseile sind die Bodenabstände größer, womit sowohl das elektrische Feld als auch die magnetische Flussdichte kleiner sind. Bei größer werdendem orthogonalen Abstand zum äußeren Leiterseil gilt dasselbe Verhalten (abnehmendes elektrisches und magnetisches Feld mit größerer Entfernung). Über den Abstand von 20 m vom äußeren Leiterseil ist in dem Zusammenhang der Einwirkungsbereich von 380 kV Wechselstrom-Freileitungen (nach LAI 2014) definiert. Dieser Einwirkungsbereich beschreibt den Bereich „in dem die Niederfrequenzanlage einen signifikanten, von der Hintergrundbelastung abhebenden Immissionsbeitrag verursacht, unabhängig davon, ob die Immissionen tatsächlich schädliche Umwelteinwirkungen auslösen“. Außerhalb des Einwirkungsbereichs sind im Umkehrschluss keine Auswirkungen zu erwarten. Da sich – ausgehend von der potenziellen Trassenachse als technisches Hilfsmittel zur Korridorbetrachtung – innerhalb dieses Bereichs keine maßgeblichen Immissionsorte befinden, kann auch über diesen Weg die Einhaltung der 26. BImSchV aufgezeigt werden. Die kartographische Abb. 2-6 sowie die Untersuchungen in Unterlage 9, Anhang 2 [AC-Freileitung] machen deutlich, dass neben der dargestellten potenziellen Trassenachse vielfältige Möglichkeiten innerhalb des Korridors bestehen, eine Trassenführung zu realisieren, bei der sich keine maßgeblichen Immissionsorte innerhalb des Einwirkungsbereichs befinden.

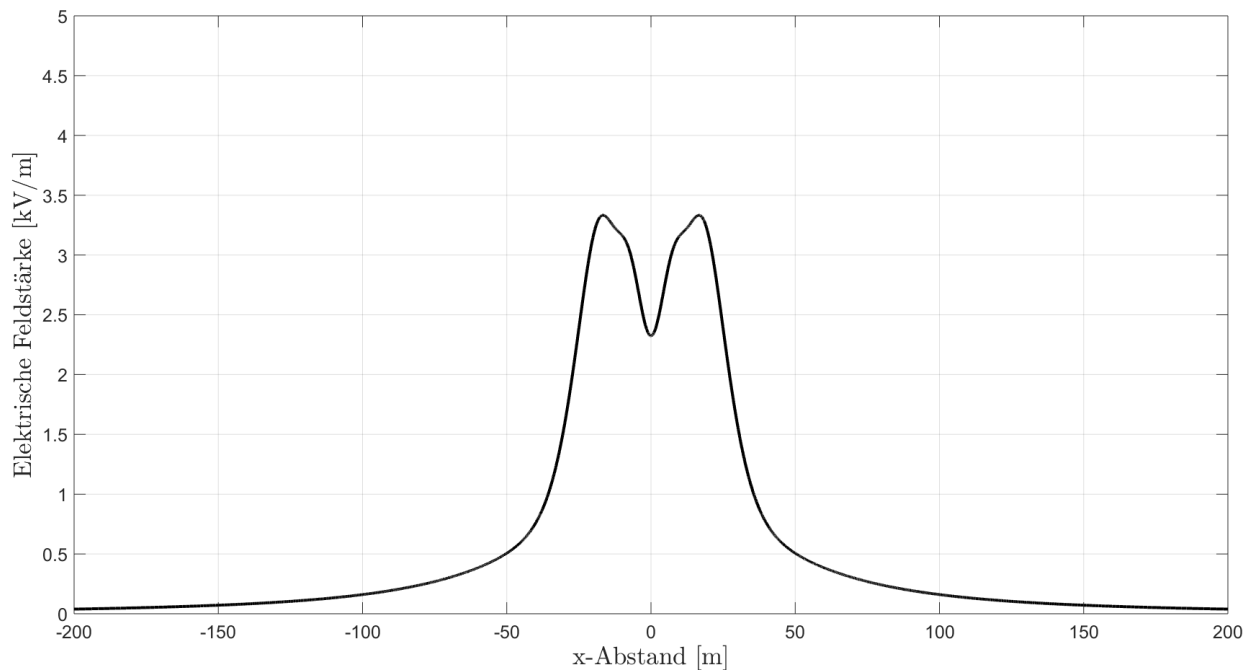


Abb. 2-4 Elektrische Feldstärke der betrachteten Freileitung

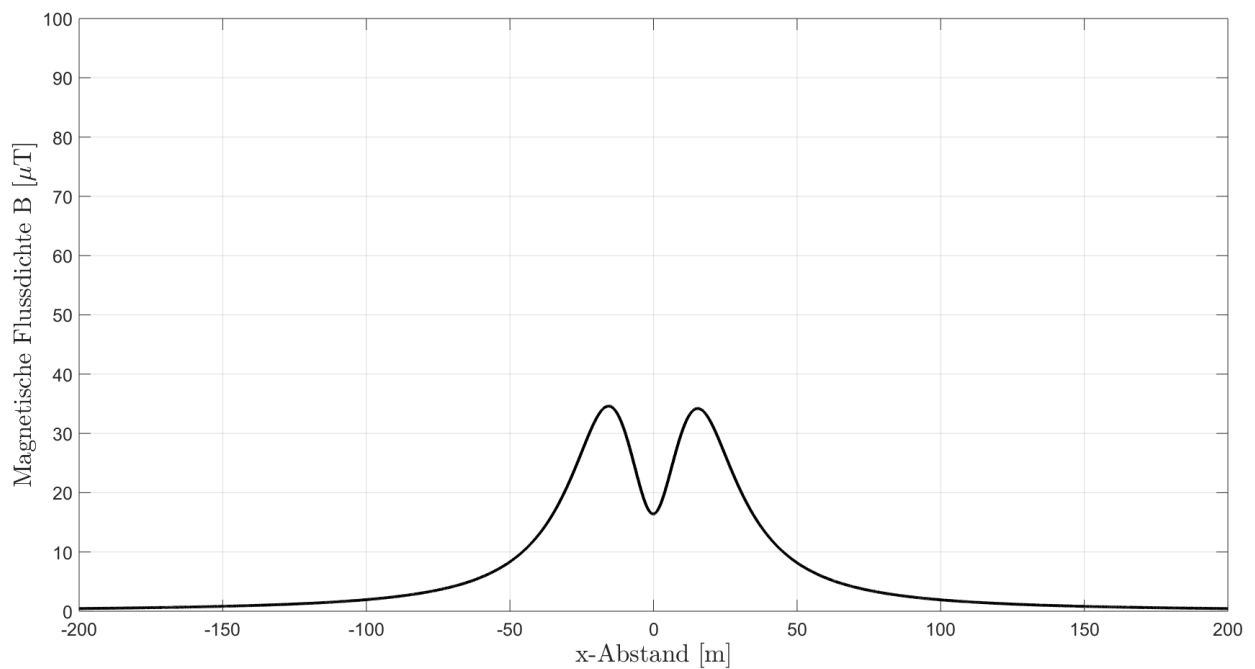


Abb. 2-5 Magnetische Flussdichte der betrachteten Freileitung

Trotz der dargelegten Grenzwertunterschreitung gilt grundsätzlich: Laut § 4 Abs. 2 der 26. BImSchV sind bei Errichtung und wesentlicher Änderung von Niederfrequenzanlagen die Möglichkeiten auszuschöpfen, 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 nähere Vorgehensweise regelt die 26. BImSchVVwV.

Die Minimierung erfolgt bezogen auf Immissionsorte (Gegebenheiten im Einwirkungsbereich) und ist daher Teil der detaillierten Betrachtungen im Rahmen der Planfeststellung.

Für eine Freileitung kommen dabei folgende Minimierungsmaßnahmen in Betracht:

Abstandsoptimierung

Bei größerer Distanz der Leiterseile zu den maßgeblichen Minimierungsorten werden Immissionen an diesen Orten verringert. Dies kann durch eine Masterrhöhung realisiert werden.

Elektrische Schirmung

Das Einbringen elektrisch leitfähiger Schirmstrukturen kann an Minimierungsorten für eine Verringerung des elektrischen Feldes sorgen.

Minimieren der Seilabstände

Durch kleine Abstände zwischen den Leiterseilen kommt es zu einer verbesserten Kompensation der Magnetfelder der einzelnen Bündelleiter. Auch auf das elektrische Feld unterhalb der Leitung wirkt sich eine Minimierung der Seilabstände typischerweise vorteilhaft aus.

Optimieren der Mastkopfgeometrie

Die Mastkopfgeometrie (bspw. Tonnenanordnung oder Donauanordnung) ist ebenfalls relevant für die Immissionen elektrischer und magnetischer Felder unterhalb der Leitung. Sie hängt eng zusammen mit der Minimierung der Leiterseilabstände.

Optimieren der Leiteranordnung

Bei mehreren Drehstromsystemen auf einem Mastgestänge kann durch eine günstige Anordnung der Phasen eine verbesserte Kompensation der elektrischen und magnetischen Felder erreicht werden.

Alle Minimierungsmaßnahmen werden in der Planfeststellung mit Bezug auf maßgebliche Immissionsorte innerhalb des Einwirkungsbereichs getrennt voneinander betrachtet und nach der 26. BImSchVV bezüglich ihrer Wirkung abgewogen und bewertet.

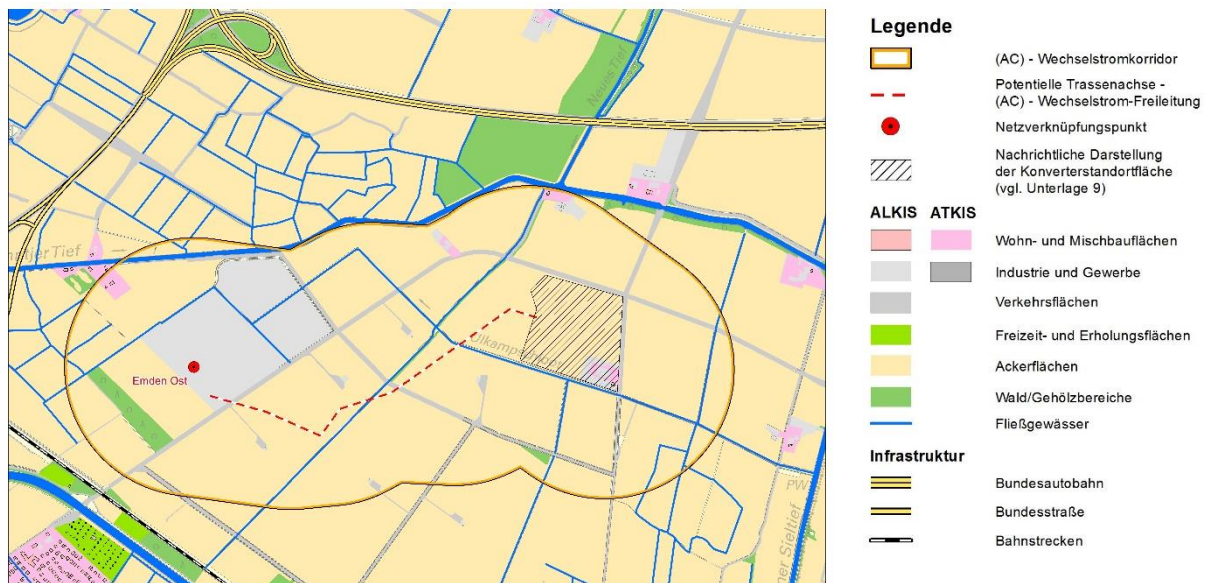


Abb. 2-6 Wechselstromkorridor mit PTA im Raum Emden

Tab. 2-5 Erfassungskriterien potenzieller Immissionsorte

Erfassungskriterium	Gesetzliche Grundlage/ Regelwerke
Wohnbauflächen	AVV Baulärm / TA Lärm
Industrie und Gewerbeflächen	AVV Baulärm / TA Lärm
Sport-, Freizeit- und Erholungsflächen	AVV Baulärm / TA Lärm

Die Überspannung von Gebäuden und Gebäudeteilen (Verbot gemäß § 4 Abs. 3 der 26. BImSchV) kann im vorgesehenen Korridor ohne Schwierigkeiten vermieden werden (vgl. Abb. 2-6). Das Auftreten von Funkenentladungen ist abhängig von Witterungsbedingungen und anderen Einflussgrößen. Funkenentladungen können auftreten, wenn ein Ladungsausgleich zwischen zwei Objekten/Personen mit unterschiedlichem elektrischen Potenzial stattfindet. Der Effekt ist vergleichbar mit elektrostatischen Entladungserscheinungen, die vom Berühren von z.B. metallenen Türklinken bekannt sind. Unterhalb einer Freileitung kann das elektrische Feld ursächlich für das Zustandekommen unterschiedlicher elektrischer Potenziale sein. Die bei der Entladung hervorgerufenen Ströme werden in ihrer Intensität unterschiedlich wahrgenommen, sie sind jedoch sehr klein und ungefährlich. Erhebliche Belästigungen oder Schäden sind bei Einhaltung eines Wertes von 5 kV/m für das elektrische Feld auszuschließen. Dieser Wert wird auch unterhalb der Leitungstrasse eingehalten bzw. sogar weit unterschritten.

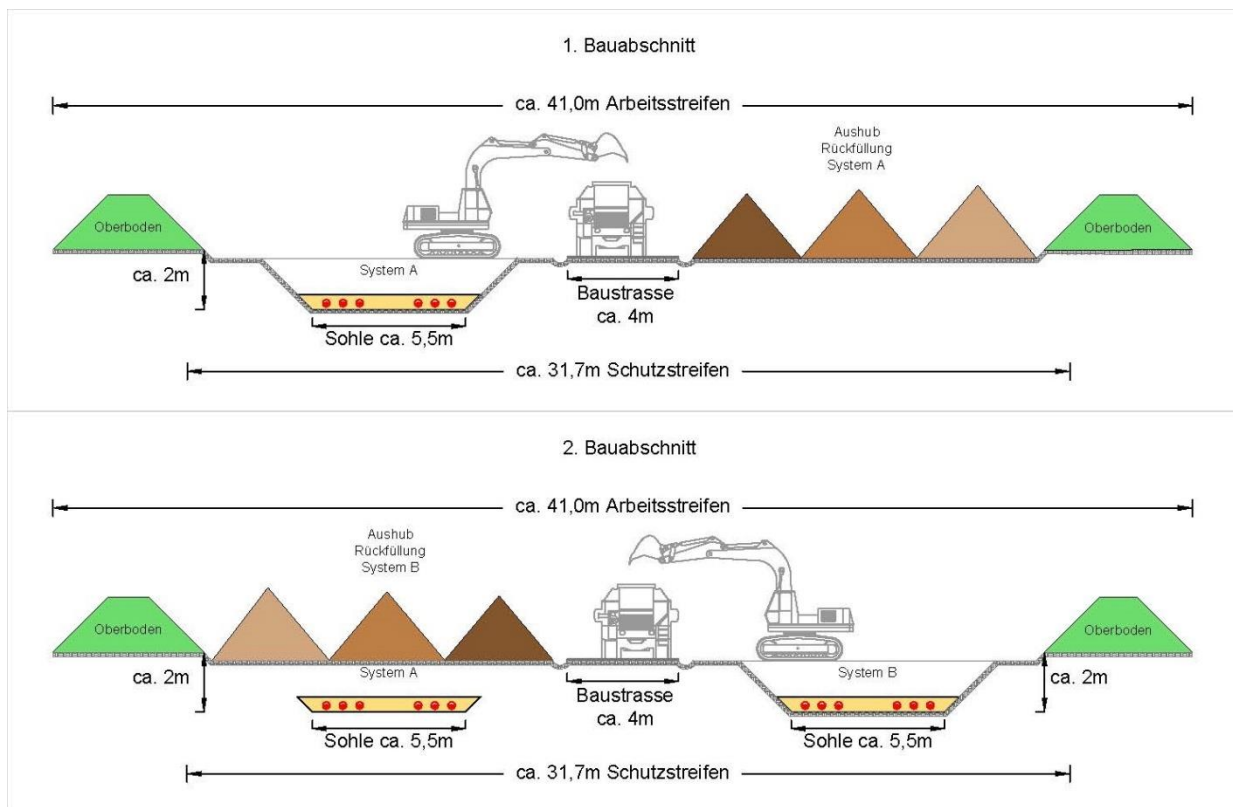
2.2.3 Erdkabel in Wechselstromtechnik

Die Anbindungsleitungen an Konverter sind als Leitungen zur Höchstspannungs-Drehstromübertragung entsprechend § 3 Abs. 6 i. V. m. § 4 Abs. 1 BBPIG grundsätzlich als Freileitung zu errichten. § 4 Abs. 2 BBPIG eröffnet allerdings unter bestimmten Voraussetzungen die Möglichkeit, ein Erdkabel zu errichten. Die Errichtung eines Erdkabels als zumutbare Alternative kann auf Ebene der Korridorplanung im Sinne des § 4 Abs. 2 Nr. 3 und 4 BBPIG (Arten- und Gebietsschutz) nicht abschließend ausgeschlossen werden. Daher wird in den Unterlagen nach § 8 NABEG sowie in der hier vorliegenden Immissionsschutzrechtlichen Ersteinschätzung auch die mögliche Ausführungsart eines Wechselstrom-Erdkabels betrachtet (siehe Unterlage 9).

Wie für die Freileitung gilt auch hier, dass die Anbindungsleitung an Konverter in räumlicher Nähe zum NVP Emden Ost zu errichten ist. Daher kommt im Vergleich zum Gesamtvorhaben diese technische Ausführungsvariante nur kleinräumig zur Anwendung (vgl. Abb. 2-6; vgl. Unterlage 9). Das Korridorsegment, in dem das AC-Erdkabel realisiert würde (TKS 207SB7), hat eine Länge von ca. 1,5 km. Innerhalb des Korridorsegments sind keine planerischen Engstellen oder Riegelsituationen zu erkennen, die Sonderbauweisen oder geschlossene Querungen nach derzeitigem Kenntnisstand notwendig machen würden (siehe Unterlage 9). Für eine prognostische Immissionsbetrachtung auf Korridorebene werden daher auch für die technische Ausführung als Erdkabel Regelannahmen einer offenen Bauweise zugrunde gelegt, die im betreffenden Korridorsegment mit hinreichender Sicherheit zur Anwendung kommen können.

Im Regelfall wird das Drehstrom-Erdkabel in offener Bauweise im Regelgrabenprofil verlegt. Die Vorgehensweise entspricht dabei im Wesentlichen den im Kapitel 3.5.1 - der technischen Projektbeschreibung - beschriebenen Bauverfahren. Dieser Regelfall wird im Folgenden für die prognostische Immissionsbetrachtung auf Korridorebene zugrunde gelegt. Bei der Bestimmung der Immissionen wird mit der maximalen Anlagenauslastung gerechnet. Diese ist nach 26. BImSchV über eine technische Grenze charakterisiert. Diese Grenze stellt den thermischen maximal zulässigen Dauerstrom dar. Für ein Erdkabel mit Drehstrombetrieb ist außerdem die Phasenlage von Interesse. Es wird grundsätzlich angenommen, dass die Ströme in allen einzelnen Kabeln gleich hoch sind. Die Berechnungen werden mit Nennstrom und Nennspannung durchgeführt. Dabei ist die Betriebsspannung beim Erdkabel irrelevant für die Immissionsbetrachtung, da das durch die Spannung hervorgerufene elektrische Feld eines unterirdisch verlegten Kabels komplett abgeschirmt wird. Es wird eine Spannungsebene von 380 kV angenommen, aber auch höhere Betriebsspannungen würden zu keinem elektrischen Feld oberhalb des Erdbodens führen. Geometrieparameter der technischen Ausführung, die relevanten Einfluss auf magnetische Felder haben können, sind die Anordnung und Legetiefe der Kabel, der Abstand der Phasen innerhalb eines Systems sowie der Abstand der Systeme untereinander.

Im Regelgrabenprofil (vgl. Abb. 2-6; siehe Unterlage 1, Kapitel 3.5.1) sind vier Systeme mit je drei Einzelkabeln (Phasen R, S, T) vorgesehen. Zur Durchführung prognostischer Berechnungen ist es erforderlich, bereits auf Ebene der Korridorplanung Annahmen zur technischen Ausführung zugrunde zu legen, die als Parameter in die Berechnung einfließen. Jedoch können sich diese Parameter im Zuge der noch zu erfolgenden Detailplanung (im Planfeststellungsverfahren) ändern. Für die Überdeckung der Kabel wird ein Wert von ca. 1,6 m zugrunde gelegt. Mit der Überdeckung des Kabels ist auch die Legetiefe bestimmt. Für die Einzelkabel eines Systems wird ein Abstand von 0,60 m, zwischen zwei benachbarten Systemen im Regelgrabenprofil ein Abstand von 2,10 m zugrunde gelegt, zwischen den beiden System-Paaren wird ein Abstand von 12,70 m angesetzt. Im Regelfall sind die Phasen der vier Systeme in der Reihenfolge RST/RST//RST/RST angeordnet.

**Abb. 2-7 Regelgrabenprofil eines Wechselstrom-Erdkabels**

In der Tabelle 2-6 sind die oben beschriebenen Annahmen für das Regelgrabenprofil eines Wechselstrom-Erdkabels aufgeführt:

Tab. 2-6 Annahmen zum Regelgrabenprofil

	Angenommener Wert in der prognostischen Betrachtung
Überdeckung der Kabel	ca. 1,6 m
Kabelabstände im System	ca. 0,6 m
Systemabstand innerhalb von Nachbarsystemen (mittleres Kabel zu mittlerem Kabel)	ca. 3,3 m
Systemabstand zwischen den Systempaaren (mittleres Kabel zu mittlerem Kabel)	ca. 17,2 m
Strom pro System	1800 A
Betriebsspannung	380 kV
Phasenordnung für die Systeme	RST / RST // RST / RST

Unter den dargelegten Annahmen ergibt sich für das Regelgrabenprofil folgender Verlauf (vgl. Abb. 2-6) der magnetischen Flussdichte in 0,2 m Höhe (nach LAI 2014 zur Auswahl des Messpunktes überhalb eines Erdkabels).

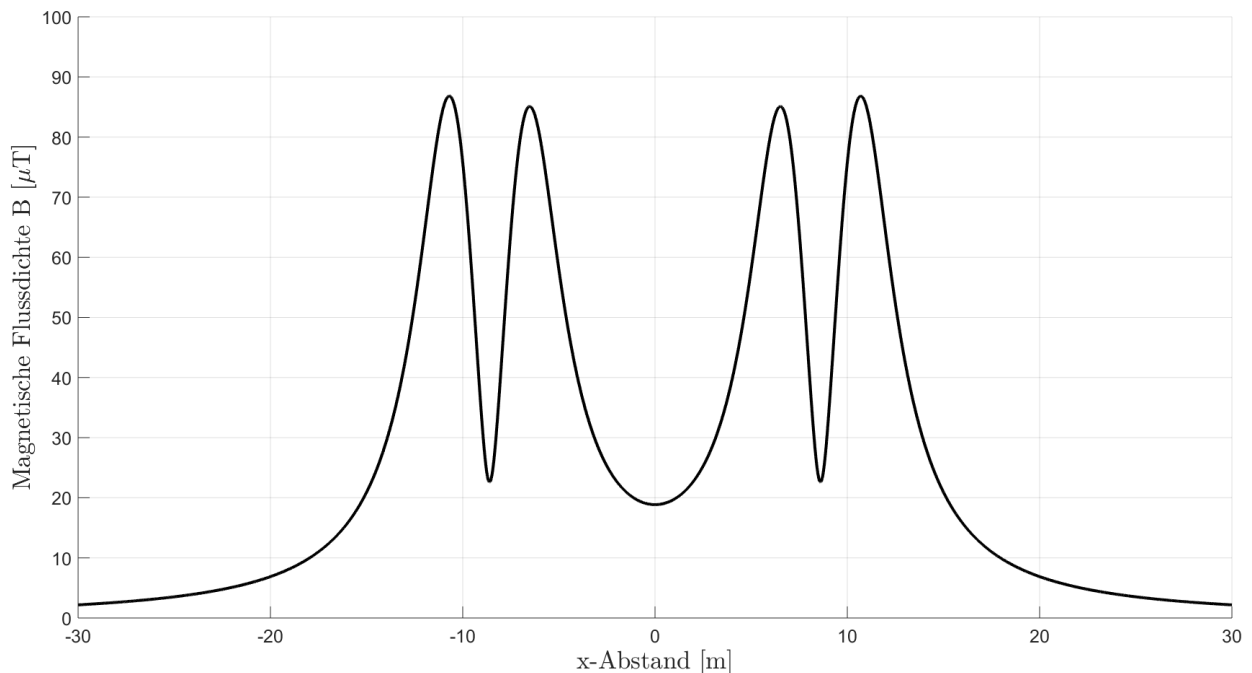


Abb. 2-8 Magnetische Flussdichte im Regelgrabenprofil

Abbildung 2-8 zeigt, dass die maximale Immission des magnetischen Wechselfeldes im beschriebenen Regelgrabenprofil prognostisch unter $90 \mu\text{T}$ beträgt. Sie liegt also unter dem gesetzlichen Grenzwert von $100 \mu\text{T}$.

Mit diesem Ergebnis ist insbesondere im Hinblick auf die räumliche Situation im betreffenden Korridorsegment TKS 207SB7 (vgl. Abb. 6) festgestellt, dass keine unüberwindbaren Planungshindernisse im Korridor bestehen, sowie darüber hinaus, dass innerhalb des Korridors vielfältige Möglichkeiten zur Realisierung einer Trassenachse bestehen.

Trotz der dargelegten Grenzwertunterschreitung gilt grundsätzlich: Laut § 4 Abs. 2 der 26. BImSchV sind bei Errichtung und wesentlicher Änderung von Niederfrequenzanlagen die Möglichkeiten auszuschöpfen, 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 nähere Vorgehensweise regelt die 26. BImSchVVwV.

Die Minimierung erfolgt bezogen auf Immissionsorte (Gegebenheiten im Einwirkungsbereich) und ist daher Teil der Planfeststellung.

Für Drehstrom-Erdkabel kommen dabei im Rahmen der noch folgenden Detailplanung folgende Minimierungsmaßnahmen in Betracht:

Minimierung der Kabelabstände

Kleinere Abstände zwischen Kabeln, in denen Ströme phasenversetzt fließen, sorgen für eine bessere Kompensation der einzelnen Felder und damit für ein geringeres Gesamtfeld.

Optimieren der Leiteranordnung

Bei vorgegebener geometrischer Anordnung wird die Phasenlage so festgelegt, dass sich die von den Kabeln ausgehenden magnetischen Felder bestmöglich kompensieren.

Optimieren der Verlegegeometrie

Die Optimierung der Verlegegeometrie bedeutet eine Veränderung der relativen Position der einzelnen Kabel zueinander, um eine bestmögliche Kompensation der entstehenden magnetischen Felder zu ermöglichen. Anordnungen in einer Ebene (horizontal oder vertikal) oder im Dreieck sind möglich.

Optimieren der Verlegetiefe

Eine tiefere Verlegung der Kabel bewirkt eine Verringerung der Felder durch den erhöhten Abstand.

Alle Minimierungsmaßnahmen werden in der Planfeststellung mit Bezug auf maßgebliche Immissionsorte innerhalb des Einwirkungsbereichs getrennt voneinander betrachtet und nach der 26.BImSchVVwV bezüglich ihrer Wirkung abgewogen und bewertet. Darüber hinaus ist im Zuge der Bundesfachplanung keine weitere Betrachtung von Minimierungsmaßnahmen, etwa im Zuge der Strategischen Umweltprüfung, erforderlich.

3 Geräusche

Geräusche können im Rahmen des Vorhabens A-Nord während der Bau- sowie während der Betriebsphase entstehen.

3.1 Baubedingte Geräusche

Im Zuge der Realisierung des Vorhabens A-Nord wird es in der Bauphase zu Lärmimmissionen durch die eingesetzten Baumaschinen, Aggregate und Fahrzeuge kommen. Um die Allgemeinheit und die Nachbarschaft von Baumaßnahmen vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche zu schützen, sind entsprechende Grenzwerte einzuhalten. Zur Konkretisierung der Erheblichkeitswerte von Baulärm ist die nach § 66 Abs. 2 BImSchG fortgeltende Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm - Geräuschimmissionen - (AVV-Baulärm) zu beachten.

Folgende Immissionsrichtwerte sind zu beachten:

Tab. 3-1 Immissionsrichtwerte in Bezug auf baubedingte Geräusche

a) Gebiete, in denen nur gewerbliche oder industrielle Anlagen und Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind,	70 dB (A)
b) Gebiete, in denen vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind,	tagsüber 65 dB (A) nachts 50 dB (A)
c) Gebiete mit gewerblichen Anlagen und Wohnungen, in denen weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind,	tagsüber 60 dB (A) nachts 45 dB (A)
d) Gebiete, in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind,	tagsüber 55 dB (A) nachts 40 dB (A)
e) Gebiete, in denen ausschließlich Wohnungen untergebracht sind,	tagsüber 50 dB (A) nachts 35 dB (A)
f) Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten.	tagsüber 45 dB (A) nachts 35 dB (A)

Als Nachtzeit gilt die Zeit von 20:00 Uhr – 07:00 Uhr.

Beim Bau der Erdkabeltrasse sind im Hinblick auf Lärmimmissionen grundsätzlich zwei Verlegearten zu unterscheiden:

- Verlegung auf der Strecke in offener Bauweise
- Verlegung an Kreuzungsbauwerken in geschlossener Bauweise

Die Verlegung auf der Strecke in offener Bauweise erfolgt in Form einer „Wanderbaustelle“ entlang der Trasse. Die wesentlichen Arbeitstakte laufen zeitlich versetzt nacheinander entlang der Trasse ab.

Bei der offenen Verlegung kann grob in die nachfolgenden Bauphasen unterteilt werden:

- Vorbereitende Tätigkeiten
- Mutterbodenabtrag mittels mehrerer Bagger
- Anlage Baustraße aus Stahlplatten, Baggermatratzen, Antransport mit LKW und Verlegung mit Bagger
- Installation Wasserhaltung mit Dränfräse, Kiesschütter, Radlader, Brunnenbohrgerät
- Betrieb der Kolbenpumpen bzw. Dieselaggregate bei E-Pumpen

- Ausheben Kabelgraben mit Bagger
- Lieferung Kabelschutzrohre mittels LKW und Entladung mit Hebegerät
- Einbau Kabelschutzrohre mit Hebegerät
- Einbau Bettungsmaterial mittels LKW, Bagger, Radlader, Verdichtungsgerät (bei Flüssigboden zusätzlich Mischanlage)
- Rückverfüllung Rohrgraben mit Bagger, ggf. Spezialgerät für Aufbereitung Boden vor Einbau
- Lieferung Kabel mit Schwertransport mittels Kabelzug mit Winden
- Rückbau Baustraße mit Bagger, LKW
- Lockerung Arbeitsstreifen mit Raupe, Lockerungsgerät
- Auftrag Mutterboden mit mehreren Baggern bzw. Raupen

Bei der Verlegung an Kreuzungsbauwerken oder sensiblen Bereichen finden die Arbeiten beidseitig des zu kreuzenden Hindernisses statt. Hierbei handelt es sich i. d. R. um die Querung von Verkehrsinfrastrukturen, größeren Gewässern, naturschutzfachlich sensiblen Bereichen und größeren Fremdleitungen.

Die Querung erfolgt i. d. Regel mittels Horizontal Directional Drilling-Verfahren (HDD), das sich zusammenfassend in folgende typische Arbeitsschritte unterteilen lässt:

- Vorbereitende Tätigkeiten
- Mutterbodenabtrag mit mehreren Baggern
- Befestigung Arbeitsflächen z.B. mit Stahlplatten, Baggermatratzen, Schotter; Antransport mit LKW und Verlegung mit Bagger
- Antransport Bohranlage und Zubehör mittel Tieflader, LKW und Hebegerät
- Durchführung der Bohrungen mit Einzug Kabelschutzrohre, Bohranlage, Recyclinganlage, Bentonitmischanlage, Hebegerät, Bagger, LKW, Generatoren
- Abtransport Bohranlage und Zubehör, Tieflader, LKW und Hebegerät
- Lieferung Kabel mit Schwertransport, Kabelzug mit Winden
- Rückbau Befestigung Arbeitsflächen mittels Bagger, LKW
- Lockerung Arbeitsstreifen mittels Raupe, Lockerungsgerät
- Auftrag Mutterboden mit mehreren Baggern

Bei der Verlegung auf der Strecke erfolgt durch die begleitenden, beidseitig der Baubedarfsfläche angelegten Oberbodenmieten eine Lärmabschirmung der Trasse.

Bei der Anlage der Bohrplätze für die Querungen im HDD-Verfahren wird die Lage der Oberbodenmiete unter Berücksichtigung schutzwürdiger Objekte im Nahbereich geplant.

Schädliche Umwelteinwirkungen, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind, werden bei der Bauausführung verhindert, nach dem Stand der Technik nicht vermeidbare Umwelteinwirkungen werden auf ein Mindestmaß beschränkt.

Es werden nur Baumaschinen und Aggregate eingesetzt, die dem Stand der Technik entsprechen. Die Anforderung zur Begrenzung von Geräuschemissionen der Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung (32. BImSchV) wird gewährleistet.

Bei der Verlegung auf der Strecke, die im offenen Kabelgraben erfolgt, schreiten die Bauarbeiten mit einer mittleren Tagesleistung voran. Hierdurch wird sichergestellt, dass mögliche Beeinträchtigungen durch Baulärm örtlich und zeitlich eng begrenzt sind.

Im Bereich von Kreuzungsbauwerken bleiben die Baumaschinen und Aggregate in der Regel über einen Zeitraum von ca. 4 – 6 Wochen am Standort. Hiervon ausgenommen sind große Sonderbauwerke, wie z. B. an Rhein und Ems, die nach abschließender Festlegung der Bauverfahren im Einzelfall betrachtet werden müssen. Die eingangs beschriebenen Bautätigkeiten sowie die bereits genannten Maßnahmen, die zur Reduzierung von Geräuschen in Frage kommen, bilden zudem die Grundlage einer prognostischen gutachterlichen Betrachtung des TÜV Süd, die als Anhang 1 dieser Immissionsschutzrechtlichen Ersteinschätzung angefügt ist. Das Gutachten verfolgt den Zweck, die in diesem Kapitel enthaltene überschlägige Betrachtung zur Einhaltung der Richtwerte der AVV Baulärm durch eine Schallimmissionprognose mit konkreteren technischen Annahmen noch nachvollziehbarer darzulegen. Die Prognose kommt zu dem Ergebnis, dass unter Anwendung geeigneter Maßnahmen keine Überschreitungen von Immissionsrichtwerten zu erwarten sind.

Die eingangs beschriebenen rechtlichen Rahmenbedingungen und Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm sowie der 32. BImSchV gelten zunächst unabhängig von der technischen Ausführungsart der Leitungsverbindung – und insofern auch für die vom Konverter zum NVP vorrangig als Freileitung zu errichtende Wechselstromverbindung. Ebenso gilt entsprechend, dass baubedingte Geräusche nur zeitlich und räumlich begrenzt auftreten. Die Ursprünge baubedingter Geräuschimmissionen bei der Errichtung einer Freileitung können sich im Einzelnen von denen eines Erdkabels unterscheiden. So ist bei einer Freileitung vor allem im Bereich der Mastbaustellen mit hörbaren Einflüssen durch die verwendeten Baumaschinen und Fahrzeuge zu rechnen.

Die Einhaltung der AVV-Baulärm wird - unabhängig der technischen Ausführungsart der Leitungsverbindung - sichergestellt. Im Bedarfsfall werden geeignete Maßnahmen, wie der Einsatz besonders geräuschgedämpfter Maschinen oder mobiler Lärmschutzwände, z. B. an HDD-Bohrplätzen, vorgesehen (siehe Anhang 1 dieser Unterlage).

3.2 Betriebsbedingte Geräusche

Beim Betrieb von Höchstspannungsanlagen können Geräuschemissionen durch Koronaentladungen an den Leiterseilen auftreten. Dies gilt nur für Freileitungen. Betriebsbedingte Geräusche für Erdkabel können ausgeschlossen werden.

Der Betreiber einer Höchstspannungsanlage ist dazu verpflichtet, nach dem Stand der Technik vermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen zu verhindern und unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß zu beschränken (vgl. § 22 Abs. 1 BImSchG). Die nähere Ausgestaltung erfolgt durch die „Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm“ (TA Lärm).

Die TA Lärm stellt ein System aus gebietsabhängigen Richtwerten zur Tages- und Nachtzeit in den Mittelpunkt. Werden diese Richtwerte eingehalten, ist der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen sichergestellt. Zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche sieht die TA Lärm die Einhaltung folgender Richtwerte für den Beurteilungspegel außerhalb von Gebäuden als hinreichend an:

Tab. 3-2 Immissionsrichtwerte nach TA Lärm

in Industriegebieten		70 dB (A)
in Gewerbegebieten	tags	65 dB (A)
	nachts	50 dB (A)
in urbanen Gebieten	tags	63 dB (A)
	nachts	45 dB (A)

in Kern- Dorf- und Mischgebieten	tags	60 dB (A)
	nachts	45 dB (A)
in allgemeinen Wohn- und Kleinsiedlungsgebieten	tags	55 dB (A)
	nachts	40 dB (A)
in reinen Wohngebieten	tags	50 dB (A)
	nachts	35 dB (A)
In Kurgebieten, für Krankenhäuser und Pflegeanstalten	tags	45 dB (A)
	nachts	35 dB (A)

Als Nachtzeit gilt die Zeit von 22:00 Uhr – 06:00 Uhr.

Im Rahmen der Bundesfachplanung wird prognostisch die Einhaltung der TA Lärm durch das geplante Vorhaben dargelegt, um nachzuweisen, dass durch die Festlegung des Trassenkorridors keine nicht zu bewältigenden Konfliktlagen entstehen. Geräuschimmissionen treten bei Drehstromfreileitungen in beurteilungsrelevanten Pegelhöhen gewöhnlicherweise lediglich bei Niederschlag auf. Da das Auftreten der Geräuschimmissionen somit keiner Steuerung durch den Betreiber unterliegen, sind die empfindlicheren Nacht-Richtwerte anzusetzen. Für das Auftreten bzw. die Höhe der Emissionspegel von Koronaentladungen sind neben den Witterungsverhältnissen die Höhe der Spannung und die Art der Leiterseile (Bündelung und Durchmesser), aus der sich die Randfeldstärke als direkte Einflussgröße ergibt, sowie die Oberflächenbeschaffenheit der einzelnen Leiterseile wichtige Einflussfaktoren.

Bei der Überprüfung der Einhaltung der TA Lärm im Zuge der Planfeststellung muss die Gesamtbelastung berücksichtigt werden. Diese setzt sich zusammen aus der bestehenden Vorbelastung und der durch die Anlage hervorgerufenen Zusatzbelastung. Die Vorbelastung muss nicht berücksichtigt werden, wenn die durch das Vorhaben verursachte Zusatzbelastung irrelevant ist. Dies ist der Fall, wenn die Anlage die Immissionsrichtwerte um mindestens 6 dB(A) unterschreitet. Um auf der Planungsebene der Bundesfachplanung aufzuzeigen, dass die Einhaltung der TA Lärm umgesetzt werden kann, ist die Prognose der Einhaltung der Irrelevanz hilfreich.

Um einen Abstand zur Einhaltung der Irrelevanz unabhängig von der Gebietsausweisung am Immissionsort prognostizieren zu können, wird ein konservativer Fall (Betriebsparameter, Witterungsbedingungen, Nachweishöhe) angesetzt. Mit diesem Abstand kann dann eine Pufferung um die potenzielle Trassenachse durchgeführt werden. Außerhalb des Puffers trägt die Anlage prognostisch nicht relevant zu Geräuschimmissionen bei.

Die Prognose für Geräuschimmissionen der Freileitung legt das o.g. Musterspannfeld (siehe Kapitel 2.2.2, Tab. 2-4) zugrunde. Für die Geräuschprognose sind neben den bereits aufgeführten Parametern der Durchmesser jedes Einzelleiters sowie der Abstand der Teilleiter innerhalb eines Viererbündels relevant. Ein Einzelleiter des aufgeführten Typs „AL/ACS 550/70“ hat einen Durchmesser von 3,2 cm. Der Abstand im Viererbündel beträgt 40 cm, wodurch sich ein Bündeldurchmesser von 56,6 cm ergibt.

Fußpunkt bei der Bestimmung des vertikalen Abstandes (ausgehend von der Trassenachse) ist der Ort des geringsten Bodenabstandes der Freileitung (Spannfeldmitte). Die Geräuschimmissionen werden in einer Höhe von 4,5 m über EOK bestimmt. Diese Höhe ergibt sich aus einer Gebäudestockwerkshöhe von 3 m (anzusetzen bei noch unbebautem Gebiet laut LAI-Hinweisen zur

Lärmkartierung, 2011) und der Betrachtung eines Fensters im ersten Stock. Der Abstand ist konform zur DIN 45645-1, in der für einen messtechnischen Nachweis ein Bodenabstand von mindestens 4 m für das Mikrofon festgelegt ist. Weiterhin werden die betrieblich ungünstigsten Bedingungen (maximale Auslastung der Freileitung, siehe Kapitel 2.2.2, Tab. 2-4) zur Entstehung von Emissionen zugrunde gelegt. Als letzte konservative Annahme werden auch die für Geräuschemissionen ungünstigsten Witterungsbedingungen angenommen. Das heißt, dass die Emissionen für eine Niederschlag-Situation mit 3,5 mm/h Regen bestimmt werden.

Die Geräuschberechnung wird nach dem Ansatz des amerikanischen Forschungsinstituts EPRI (Electrical Power Research Institute) durchgeführt (siehe [EPRI] 1982). Der Berechnung des längenbezogenen Schallleistungspegels (L'_{WA}) liegen die aufgeführten Geometriedaten, elektrische Parameter und Umgebungsbedingungen zugrunde:

$$L'_{WA} = f(n, d, E, R)$$

mit:

n	Anzahl der Teilleiter
d	Durchmesser der Teilleiter
E	elektrische Randfeldstärke
R	Regenrate

Die Schallausbreitungsrechnung erfolgt nach DIN ISO 9613-2 (siehe [DIN ISO 1999]). Das Berechnungsverfahren nach [DIN ISO 1999] sieht zunächst die Bestimmung des äquivalenten Schalldruckpegels in dB(A) unter schallausbreitungsgünstigen Witterungsbedingungen vor:

$$L_{AT}(DW) = L_W + D_C - A \quad \text{in dB(A)}$$

mit:

$L_{AT}(DW)$	der A-bewertete Mitwindpegel am Immissionsort
L_W	der Schallleistungspegel der Geräuschquelle
D_C	die Richtwirkungskorrektur
A	$= A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar}$
A_{div}	die Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung (Die Schallausbreitung wird mit A-bewerteten Oktav-Schallpegeln im Frequenzbereich von 63 Hz bis 8000 Hz durchgeführt)
A_{atm}	die Dämpfung aufgrund von Luftabsorption
A_{gr}	die Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts
A_{bar}	die Dämpfung aufgrund von Abschirmung

Dabei wird auf dieser Planungsebene im Sinne einer konservativen Abschätzung die Dämpfung aufgrund von Abschirmung (A_{bar}) nicht berücksichtigt.

Ausgehend von $L_{AT}(DW)$ wird dann der A-bewertete Langzeit-Mittelungspegel $L_{AT}(LT)$ berechnet, für den verschiedene Witterungsbedingungen berücksichtigt werden. Diese Bedingungen werden nach DIN ISO 9613-2 durch die meteorologische Korrektur C_{met} berücksichtigt.

$$L_{AT}(LT) = L_{AT}(DW) - C_{met}$$

C_{met} wird dabei wie folgt bestimmt:

$$C_{met} = C_0 \left(1 - 10 * \frac{h_s + h_r}{d_p} \right) \quad \text{wenn } d_p > 10 * (h_s + h_r)$$

$$C_{met} = 0 \quad \text{wenn } d_p \leq 10 * (h_s + h_r)$$

mit:

h_s die Höhe der Quelle in Meter

h_r die Höhe des Aufpunkts in Meter

d_p der Abstand zwischen Quelle und Aufpunkt, projiziert auf die horizontale Bodenebene in Meter

C_0 ein von den örtlichen Wetterstatistiken für Windgeschwindigkeit und Windrichtung sowie vom Temperaturgradienten abhängiger Faktor

C_0 wird nach DIN ISO 9613-2 mit $C_0 = 2$ berücksichtigt.

Die Prognoseberechnung wurde durchgeführt mit dem Programm Winfield (WinField – Electric and Magnetic Field Calculation, Version 2020 (Build 3218) LF + Noise der Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie – FGEU mbH, Berlin) und ergibt nachfolgende, durch Isolinien dargestellte Geräuschimmissionen:

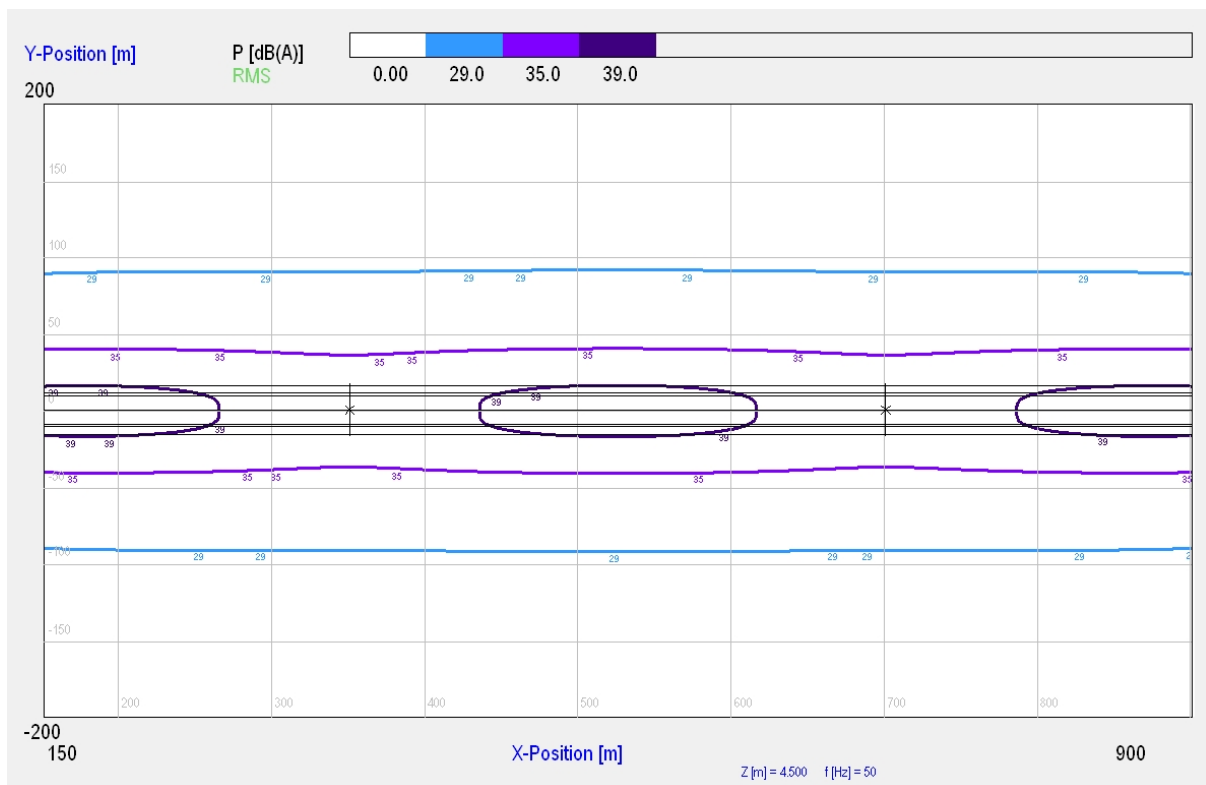


Abb. 3-1 Betriebsbedingte Geräusche der betrachteten Freileitung (Isoliniendarstellung)

Abbildung 3-1 zeigt die prognostisch zu erwartenden betriebsbedingten Geräusche der zugrunde gelegten Anlagenkonfiguration in Form einer Isoliniendarstellung. Die zugrunde gelegte Trassenachse verläuft entlang der x-Achse (von links nach rechts), die Abstände, die zur Einhaltung bestimmter Geräuschpegel notwendig sind, lassen sich an der Beschriftung der y-Achse ablesen (gezeigt ist ein Bereich von -200 m bis 200 m). Abbildung 3-1 zeigt demnach, dass knapp unter 100 m Abstand von der zugrunde gelegten Trassenachse ein Wert von 29 dB(A) erreicht wird.

In Abbildung 3-2 wird ersichtlich, dass innerhalb des Korridors Wohn- und Mischbauflächen sowie Industrie- und Gewerbeflächen vorhanden sind. In Tabelle 3-3 werden daher für diese potenziellen Immissionsorte anhand der dargestellten Berechnung (vgl. Abbildung 3-1) die Abstände ermittelt, die mit der angegebenen Anlagenkonfiguration erforderlich wären, um die jeweiligen Immissionsrichtwerte und Irrelevanzschwellen einzuhalten.

Tab. 3-3 Erfassungskriterien potenzieller Immissionsorte

Erfassungskriterien (vgl. TA Lärm, 2.2 und 3.2.1)	Wert in dB(A) (vgl. TA Lärm)	Ermittelter Abstand (eigene Berechnung, gerundet)
Ermittelte Abstände für Wohnbauflächen		
Immissionsrichtwert	35	ca. 40 m
Irrelevanzschwelle	29	ca. 90 m
Ermittelte Abstände für Mischbauflächen		
Immissionsrichtwert	45	0 m
Irrelevanzschwelle	39	ca. 20 m
Ermittelte Abstände für Sport-/Freizeit- und Erholungsflächen		
Immissionsrichtwert	60	0 m
Irrelevanzschwelle	54	0 m
Ermittelte Abstände für Industrie- und Gewerbeflächen		
Immissionsrichtwert	50	0 m
Irrelevanzschwelle	44	0 m

Die prognostische Berechnung ergibt demnach im Ergebnis, dass ein Abstand von 100 m ausreicht, damit auch für die Gebietskategorien mit den niedrigsten Richtwerten (in Kurgebieten, an Krankenhäusern und Pflegeanstalten bzw. in reinen Wohngebieten) ein Wert von weniger als 29 dB(A) erreicht wird und damit der Richtwert von 35 dB(A) nachts um die Irrelevanzschwelle von 6 dB(A) unterschritten wird (vgl. Tabelle 3-3). Im jetzigen Planungsstand kann mit der potenziellen Trassenachse ein Abstand von ca. 300 m zur nächsten Wohnbebauung eingehalten werden. Darüber hinaus bieten sich innerhalb des Korridors (TKS 207SB7) vielfältige Möglichkeiten, den ermittelten Abstand von 100 m mit einer potenziellen Trassenachse einzuhalten (vgl. Abb. 2-6; siehe Unterlage 9). Somit kann durch diese Prognose auf Korridorebene gezeigt werden, dass es möglich ist, eine Trassenachse zu realisieren, mit der die TA Lärm an den möglichen Immissionsorten eingehalten wird.

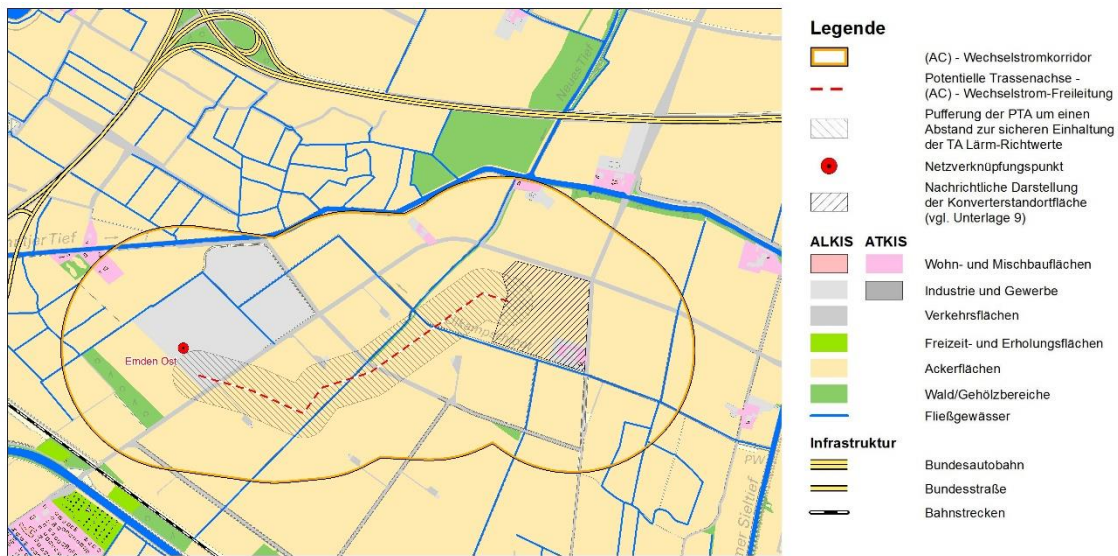


Abb. 3-2 Abstand zur PTA zur Einhaltung der Richtwerte der TA Lärm

Im Zuge der Planfeststellung und der damit vorliegenden technischen Detailplanung können diese Prognosen verfeinert werden. Insbesondere mit dem in der Planfeststellung vorliegenden, konkreten Verlauf der Trassenachse im vorliegenden Korridor können Abstände zu Immissionsorten genau benannt werden.

4 Fazit

Im Folgenden werden die in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Ergebnisse für die prognostische Betrachtung betrieblicher Immissionen zusammengefasst und zu den zu untersuchenden Trassenkorridoren in Bezug gesetzt.

Bauphase

In Bezug auf die Vorgaben der AVV-Baulärm wurde dargelegt, dass die Einhaltung dieser sichergestellt wird. Im Bedarfsfall werden geeignete Maßnahmen, wie der Einsatz besonders geräuschgedämpfter Maschinen oder mobiler Lärmschutzwände, z. B. an HDD-Bohrplätzen, vorgesehen (siehe auch Anhang I dieser Unterlage).

Betrieb Gleichstrom-Erdkabel

In den betrachteten Fällen (konservative Abschätzungen sowie Regelfall) wird der Grenzwert der 26. BImSchV für das magnetische Gleichfeld ($500 \mu\text{T}$) sehr deutlich eingehalten. Selbst die konservativen Abschätzungen schöpfen den Grenzwert zu weniger als einem Drittel aus. Im Regelfall liegt die maximale Immission sogar im Bereich des Erdmagnetfeldes, das in Deutschland etwa $50 \mu\text{T}$ beträgt. Diese Aussagen beziehen sich dabei auf die maximalen Immissionen in unmittelbarer räumlicher Nähe der Kabelsysteme, also direkt über der Kabeltrasse. Eine Einhaltung der Grenzwerte ist damit sogar unabhängig der Nutzungen im Schutzstreifen der Kabeltrasse sichergestellt. Am jeweiligen Rand des Schutzstreifens liegen die Immissionen wiederum noch deutlicher unter den Grenzwerten (siehe Kapitel 2.2.1; Abb. 2-4 und Abb. 2-52). Damit ist im Sinne eines Erst-Recht-Schlusses festgestellt, dass die sichere Unterschreitung der Grenzwerte in jedem Fall auch für weiter entfernte Nutzungen - und damit für das gesamte Trassenkorridornetz aller Abschnitte – gilt.

Betrieb Wechselstrom-Freileitung

Für die Drehstrom-Freileitung gilt an Orten des nicht nur vorübergehenden Aufenthalts 5 kV/m sowie $100 \mu\text{T}$ als einzuhaltende Grenzwerte. Beide Grenzwerte werden im Rahmen der Immissionsprognose auch an Orten des geringsten Bodenabstandes der Freileitung eingehalten. Für die Betrachtung wurde dabei ein fiktiver Immissionsort direkt unterhalb der Leitung unterstellt. Am Ort des geringsten Bodenabstandes ergibt sich eine elektrische Feldstärke von maximal $3,4 \text{ kV/m}$ sowie eine magnetische Flussdichte von $35 \mu\text{T}$ (siehe Kapitel 2.2.2; Abb. 2-4 und Abb. 2-5). Die Grenzwerte werden also deutlich unterschritten.

Die Geräuschprognose ergibt, dass bei Einhaltung eines Abstandes von 100 m sogar die Irrelevanzschwelle für Gebiete mit der niedrigsten Richtwerteinstufung eingehalten werden kann. Da innerhalb des Korridors vielfältige Möglichkeiten bestehen, diesen Abstand einzuhalten, kann die Einhaltung der TA Lärm innerhalb des Korridors erfolgreich prognostiziert werden.

Betrieb Wechselstrom-Erdkabel

Für den Ausnahmefall eines Wechselstrom-Erdkabels wurden ebenfalls prognostische Immissionsberechnungen auf Grundlage technischer Annahmen durchgeführt. Diese zeigen, dass die maximale Immission des magnetischen Wechselfeldes im beschriebenen Regelgrabenprofil prognostisch unter $90 \mu\text{T}$ beträgt. Sie liegt also unter dem gesetzlichen Grenzwert von $100 \mu\text{T}$. Im in Rede stehenden Korridorsegment bestehen zudem vielfältige Möglichkeiten, eine Trassenachse ohne Annäherung an Immissionsorte zu realisieren, sodass die Realisierbarkeit eines Wechselstrom-Erdkabels im Hinblick auf den Immissionsschutz erfolgreich prognostiziert werden kann.

Gegenstand der hier vorliegenden immissionsschutzrechtlichen Ersteinschätzung ist – neben der Gleichstromverbindung mit Erdkabelvorrang - lediglich die Wechselstrom-Anbindung des Konverters im Raum Emden. Eine Untersuchung der südlichen Konverteranbindung im Raum Osterath erfolgt demgegenüber in Unterlage 9, insbesondere im Anhang 4 und 5. Dies liegt darin begründet, dass die

zur Beurteilung der Realisierbarkeit nötigen Untersuchungen für die Wechselstrom-Anbindung des südlichen Konverters im Rahmen des Vorhabens Ultranet durchgeführt werden. Ergebnis dieser Untersuchungen ist, dass die dort betrachteten Wechselstrom-Anbindungskorridore auch im Hinblick auf immissionsschutzrechtliche Vorgaben realisierungsfähig sind.

Insofern ist insgesamt die Realisierbarkeit sämtlicher Korridore in den Abschnitten A - D im Hinblick auf die immissionsschutzrechtlichen Vorgaben zu bestätigen. Die Ergebnisse der hier dargelegten Betrachtungen werden ebenfalls Grundlage für den im Rahmen der Strategischen Umweltprüfung zu erstellenden Umweltbericht, mit dem Ziel der Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen.

Literaturverzeichnis

BlmSchG: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BlmSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 8. April 2019 (BGBl. I S. 432) geändert worden ist

26. BlmSchV: Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BlmSchV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. August 2013 (BGBl. I S. 3266)

26. BlmSchVVwV: Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BlmSchV (26. BlmSchVVwV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274)

32. BlmSchV: Zweiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung - 32. BlmSchV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 29. August 2002 (BGBl. I S. 3478), die zuletzt durch Artikel 83 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist

Amprion GmbH (2018): Gleichstromleitung A-Nord. BBPIG Vorhaben Nr. 1 Emden Ost – Osterath. Antrag auf Bundesfachplanung gemäß § 6 NABEG, März 2018

AVV Baulärm: Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm – Geräuschimmissionen – vom 19. August 1970 (Beilage zum Banz. Nr. 160)

BBPIG: Bundesbedarfsplangesetz (BBPIG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Juli 2013 (BGBl. I S. 2543; 2014 I S. 148, 271), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 13. Mai 2019 (BGBl. I S. 706) geändert worden ist

BNetzA: Bundesnetzagentur (2018a): Festlegung für die Unterlagen nach § 8 NABEG im Bundesfachplanungsverfahren für das Vorhaben Nr.1 des BBPIG (Emden Ost – Osterath) - Abschnitt A (Netzverknüpfungspunkt Emden Ost bis Raum Bunde)

BNetzA: Bundesnetzagentur (2018b): Festlegung für die Unterlagen nach § 8 NABEG im Bundesfachplanungsverfahren für das Vorhaben Nr.1 des BBPIG (Emden Ost – Osterath) - Abschnitt B (Raum Bunde bis Raum Wietmarschen)

BNetzA: Bundesnetzagentur (2018c): Festlegung für die Unterlagen nach § 8 NABEG im Bundesfachplanungsverfahren für das Vorhaben Nr.1 des BBPIG (Emden Ost – Osterath) - Abschnitt C (Raum Wietmarschen (Lingen) und Raum Borken / Schermbeck)

BNetzA: Bundesnetzagentur (2018d): Festlegung für die Unterlagen nach § 8 NABEG im Bundesfachplanungsverfahren für das Vorhaben Nr.1 des BBPIG (Emden Ost – Osterath) - Abschnitt D (Raum Borken / Schermbeck bis Netzverknüpfungspunkt Osterath)

DIN: Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.) DIN EN 50413 (VDE 0848-1) (2018): Grundnorm zu Mess- und Berechnungsverfahren der Exposition von Personen in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern (0 Hz bis 300 GHz)

DIN: Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.) DIN 45645-1:1996-07 (1996): Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen – Teil 1: Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft

DIN ISO: Deutsches Institut für Normung e.V. DIN ISO 9613-2: 1999-10 (1999): Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien – Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren

EPRI: Electric Power Research Institute (1982): Transmission Line Reference Book – 345kV and Above, 2nd edition

LAI: Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (2017): Handlungsempfehlungen für EMF- und Schallgutachten zu Hoch- und Höchstspannungstrassen in Bundesfachplanungs-, Raumordnungs- und Planfeststellungsverfahren

LAI: Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (2014): Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder in der Fassung des Beschlusses der 128. Sitzung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz am 17. und 18. September 2014

NABEG: Netzausbaubeschleunigungsgesetz Übertragungsnetz (NABEG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 28. Juli 2011 (BGBl. I S. 1690), das zuletzt durch Art. 2 des Gesetzes vom 13. Mai 2019 (BGBl. I S. 706) geändert worden ist

SSK: Strahlenschutzkommission (2001): Grenzwerte und Vorsorgemaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor elektromagnetischen Feldern: Empfehlung der Strahlenschutzkommission

SSK: Strahlenschutzkommission (2008): Schutz vor elektrischen und magnetischen Feldern der elektrischen Energieversorgung und –anwendung: Empfehlung der Strahlenschutzkommission

TA Lärm: Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. August 1998 (GMBI Nr. 26/1998 S. 503), das zuletzt durch die Verwaltungsvorschrift vom 01. Juni 2017 (BAV AT 08.06.2017 B5) geändert worden ist