Gleichstromleitungen

BBPIG Vorhaben Nr. 1 – A-Nord

(Emden Ost – Osterath)

BBPIG Vorhaben Nr. 78 – DolWin4

(Grenzkorridor II – Hanekenfähr)

[Bestandteil Emden – Wietmarschen/Geeste]

BBPIG Vorhaben Nr. 79 – BorWin4

(Grenzkorridor II – Hanekenfähr)

[Bestandteil Emden – Wietmarschen/Geeste]

Antrag auf Planfeststellung
nach § 19 NABEG
sowie nach § 26 S. 2 NABEG

Planfeststellungsabschnitt NDS1 | „Niedersachsen Nord“

Anhang 6

Beschreibung Emsquerung „Ditzum“

Stand: Oktober 2021

Version: 1.0

Vorhabenträgerin

Amprion GmbH
Robert-Schuman-Straße 7
44263 Dortmund

Amprion Offshore GmbH
Robert-Schuman-Straße 7
44263 Dortmund

Ansprechpartner
Carsten Stiens
Gleichstrom-Netzprojekte
Projekt A-Nord
Tel. 0231-5849-16088

Inhaltsverzeichnis

1 Emsquerung „Ditzum“ 7
1.1 Lage und örtliche Verhältnisse 7
1.2 Randbedingungen der Emsquerung 8
2 Technische Alternativen Emsquerung 10
2.1 Emsquerung im HDD-Verfahren 10
2.1.1 Herstellen der Pilotbohrung 11
2.1.2 Aufweiten der Pilotbohrungen 12
2.1.3 Einzug der Rohrstränge 12
2.2 Emsquerung mittels Mikrotunnelbau 13
2.2.1 Mikrotunnelbau 14
2.3 Technische Vorzugslösung 15
2.4 Kabelzug 15
2.5 Bauabwicklung 15
2.5.1 Andienung der Baufelder 15
2.5.2 Rückbau der Baufelder 16

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1-1: Lage der geplanten Emsquerung 7
Abb. 1-2: Mögliches Bauzeitfenster im EU-VSG „Rheiderland“ je Kalenderjahr 9
Abb. 2-1: Emsquerung - HDD-Verfahren 11
Abb. 2-2: Emsquerung - Mikrotunnel 14

1 Emsquerung „Ditzum“

1.1 Lage und örtliche Verhältnisse

Im Zuge der Verlegung der Höchstspannungsgleichstromverbindungen als Erdkabel ist die Querung der Ems im nach § 12 NABEG festgelegten Trassenkorridor westlich von Ditzum ca. 3 km unterhalb des Emssperrwerks Gandersum und ca. 2 km vor der Mündung der Ems in den Dollart bei Unterems-km 35 vorgesehen.

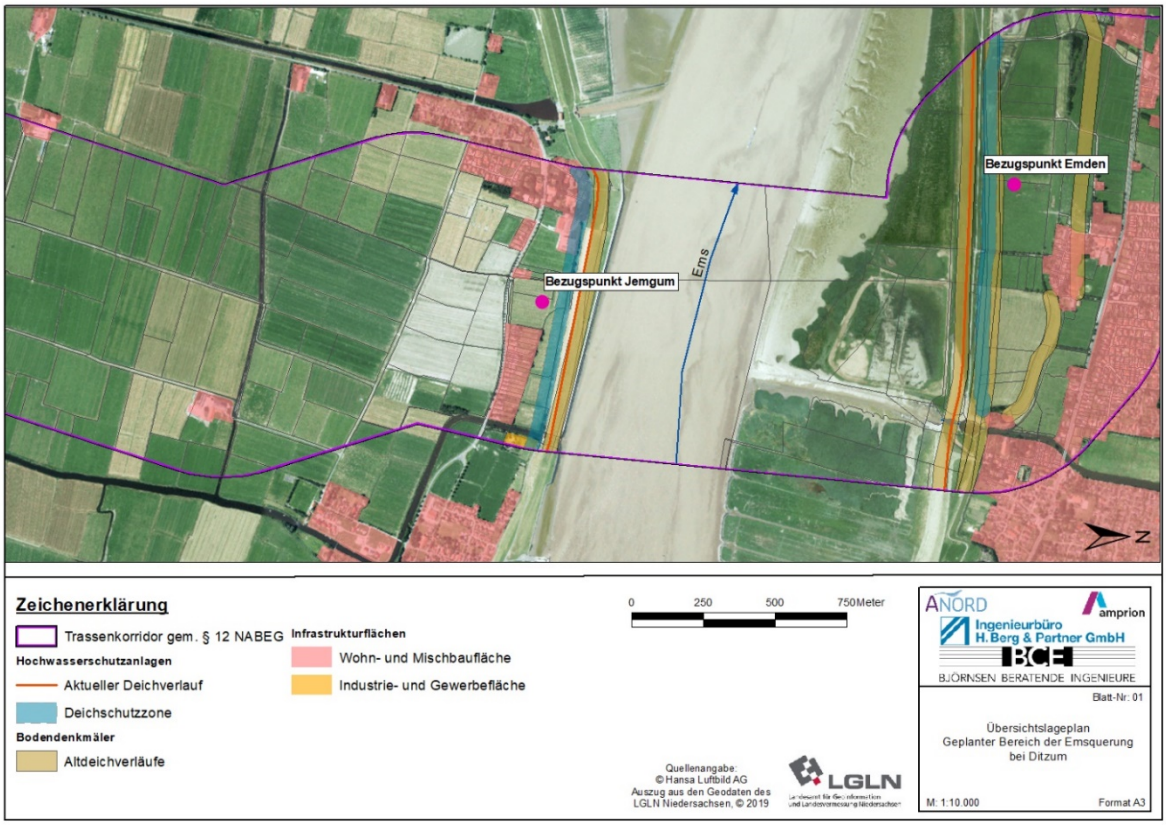

Abb. 1-1: Lage der geplanten Emsquerung

Wie in Abb. 1-1 dargestellt, befinden sich im Bereich der geplanten Emsquerung die Ortslagen Widdelswehr und Jarßum (Kreisfreie Stadt Emden) am rechten Ufer sowie Pogum und Ditzum (Gemeinde Jemgum) am linken Ufer der eingedeichten Ems. Darüber hinaus liegt eine Vielzahl weiterer bebauter Flächen gemischter und wohnbaulicher Nutzung sowie landwirtschaftliche Nutzflächen hinter den jeweiligen Hochwasserschutzanlagen.

Im Zuge der geschlossenen Querung der Ems werden neben dem Gewässer auch die Hochwasserschutzanlagen sowie Bodendenkmäler (Altdeiche) und die vorgelagerten

Vorländer mit dem zwischen den Hochwasserschutzanlagen liegenden FFH-Gebiet „Unterems und Außenems“ (DE 2507-331) und dem NSG „Unterems“ und das EU-VSG „Emsmarsch von Leer bis Emden“ (DE 2609-401), beide sich über die gesamte Trassenkorridorbreite erstreckend, unterquert. Die Anbindungen der Emsquerung an die weiterführende Trasse erfolgt an den Bezugspunkten Emden und Jemgum im rechten und linken Deichhinterland.

Im Folgenden werden die Randbedingungen der Planung zur Verlegung der Kabelschutzrohre näher beschrieben.

1.2 Randbedingungen der Emsquerung

Die Querungsstelle der Ems liegt in dem Teilabschnitt der Erdkabelanlage A-Nord, auf dem die zwei Offshore-Netzanbindungssysteme (Offshore-NAS) DolWin4 und BorWin4 parallel mitverlegt werden. Daher sind die Offshore-NAS in den Planungen der Emsquerung mit zu berücksichtigen. Insgesamt muss die Ems mit 10 Kabeln für die Stromübertragung (6 x A-Nord, 4 x Offshore-NAS) gequert werden. Zusätzlich sind die Begleitkabel der Erdkabelanlage A-Nord sowie der beiden Offshore-NAS zu verlegen.

Der technische Hochwasserschutz im Bereich der Emsquerung obliegt den zuständigen Deichverbänden. Das rechte Ufer gehört zum Verbandsgebiet der Moormerländer Deichacht, das linke Ufer zum Gebiet der Rheider Deichacht. Die Deichvorländer befinden sich in der Zuständigkeit der unteren Naturschutzbehörden der kreisfreien Stadt Emden sowie des Landkreises Leer. Das zuständige Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt ist das WSA Ems-Nordsee.

Eine Verlegung in offener Bauweise ist aufgrund der Tidebeeinflussung mit dem daraus resultierenden erheblichen Geschiebetransport mit sehr umfangreichen Auflagen seitens des WSA Ems-Nordsee verbunden, um die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs nicht zu beeinträchtigen. Insbesondere in Folge der Überführung von großen Schiffen von der Meyer-Werft werden regelmäßig Vertiefungen der Emssohle durchgeführt, die die Betriebssicherheit der Kabelanlage gefährden können. Die planfestgestellte Bedarfstiefe der Ems unterhalb des Emssperrwerks liegt bei NN -8,4 m. Bei Gewässerquerungen ist seitens des WSA eine Überdeckung von mind. 5,0 m zur Bedarfstiefe der Ems einzuhalten. Die Tiefenlage der Querung ergibt sich neben den Anforderungen aus der Überdeckung auch aus den örtlichen Baugrundverhältnissen. Darüber hinaus ist bei der Planung zu berücksichtigen, dass im Bereich des linksemsischen Schardeichs die wasserseitigen Bermen sowie der Entwässerungsgraben am landseitigen Deichfuß mit ausreichender Überdeckungshöhe zu unterqueren sind.

Bauzeitenfenster

Für die geplanten Arbeiten im Bereich der Bezugspunkte Emden und Jemgum steht voraussichtlich ein Bauzeitenfenster von Anfang April bis Ende November zur Verfügung. In Abhängigkeit der Witterungsverhältnisse sind auch ganzjährige Arbeiten vorstellbar.

Bauzeitliche Einschränkungen liegen lediglich südlich des Bezugspunktes Jemgum, im Bereich des EU-VSG „Rheiderland“ (DE 2709-401), vor. Wie aus Abb. 1-2 hervorgeht, steht dort voraussichtlich nur ein Bauzeitenfenster von drei Monaten im Zeitraum von Anfang August bis Ende Oktober zur Verfügung.

Emsquerung in geschlossener Bauweise - Bauzeitenfenster Schutzgebiete												
	Juni		Juli		August		September		Oktober		November	
EU-VSG „Rheiderland"												

Abb. 1-2: Mögliches Bauzeitfenster im EU-VSG „Rheiderland“ je Kalenderjahr

Bauliche Tätigkeiten im EU-VSG „Rheiderland“ bei der Realisierung der Emsquerung sind von der jeweiligen Ausführungsvariante abhängig. Hierauf wird in Kapitel 2.1 und Kapitel 2.2 näher eingegangen. Im Zuge der weiteren bauvorbereitenden Planung sind daher die Arbeiten und Arbeitsschritte entsprechend der jeweiligen Abhängigkeiten genau zu planen, exakt aufeinander abzustimmen und in einem detaillierten Bauzeitenplan zu koordinieren.

2 Technische Alternativen Emsquerung

Seitens des WSA wurde die eindeutige Empfehlung zu einer grabenlosen Querung der Ems ausgesprochen. Aus diesen Gründen wird eine offene Bauweise zur Querung der Ems nicht weiterverfolgt.

Für die Querung der Ems kommt grundsätzlich eine Verlegung in geschlossener Bauweise mittels HDD-Verfahren sowie Mikrotunnelbau in Frage. Diese beiden Ausführungsvarianten werden im Folgenden kurz beschrieben.

2.1 Emsquerung im HDD-Verfahren

Für die geschlossene Querung der Ems im HDD-Verfahren ergibt sich eine Länge der Bohrungen von ca. 1.700 m. Die steuerbaren Horizontalspülbohrungen beginnen und enden jeweils hinter den Deichschutzzonen. Der Achsabstand resultiert aus den verfahrensbedingten Toleranzen, der großen Bohrlänge sowie der mächtigen Weichschicht, die im Ein- und Austrittsbereich zu durchfahren ist. Insbesondere das Auffinden einzelner Findlinge sowie mögliche Ton- und Torfschichten stellen für die HDD-Bohrungen ein erhöhtes Risiko dar.

Im Bereich der Baustelleneinrichtungsfläche wird i. d. R. der Oberboden mit Baggern abgehoben und seitlich am Rand auf Miete zwischengelagert. Wenn das Gelände eine nur geringe Tragfähigkeit aufweist, erfolgt kein Abtrag des Oberbodens um die stabilisierende Grasnarbe der Grünlandflächen zu nutzen. Die Baustelleneinrichtungsfläche wird z. B. mit Baggermatratzen befestigt. Alternativ ist das Auslegen eines geotextilen Vlieses bzw. Kombigewebes (Vlies + Geogitter) möglich. Auf das Vlies wird ein korngestuftes Material (Kies/ Schotter) in einer Schichtstärke von ca. 0,60 bis 0,80 m Mächtigkeit aufgebracht.

Die Baustelleneinrichtungsfläche im Bereich des rechtsemsischen Bohrplatzes beträgt ca. 200 x 200 m und im Bereich des linksemsischen Bohrplatzes ca. 160 x 150 m. In Verlängerung der Bohrachse wird linksemsisch eine Baubedarfsfläche mit ca. 58 m Breite für das Vorstrecken der Kabelschutzrohre erforderlich (siehe Abb. 2-1). Für das Vorstrecken der Kabelschutzrohre sind auch Arbeiten im VSG „Rheiderland“ nicht auszuschließen, was angesichts des limitierten Bauzeitenfensters von jährlich nur drei Monaten, wie in Kapitel 1.2 beschrieben, eines exakt koordinierten Bauablaufs bedarf. Aufgrund der Art der Bautätigkeiten für das Vorstrecken der Kabelschutzrohre ist gegebenenfalls eine Ausnahmegenehmigung möglich.

Alternativ können die Kabelschutzrohre unter Berücksichtigung von Verlegeradien zwischen 50 und 200 m in Bogenlage vorgestreckt werden, was den Eingriff in das VSG „Rheiderland“ minimiert, aber weitere Arbeitsflächen außerhalb des Regelarbeitsstreifens der offenen Bauweise notwendig macht.

In der Bauausführung wird aufgrund der Anzahl der herzustellenden Bohrungen eine zeitgleiche Ausführung mehrerer HDD-Bohrungen angestrebt.

Das Verfahren zur Herstellung der Gewässerkreuzung im HDD-Verfahren gliedert sich im Wesentlichen in drei Verfahrensschritte, die im Folgenden einzeln beschrieben werden.

Die Verfahrensschritte sind:

- Herstellen der Pilotbohrungen
- Aufweiten der Pilotbohrungen
- Einzug der Rohrstränge

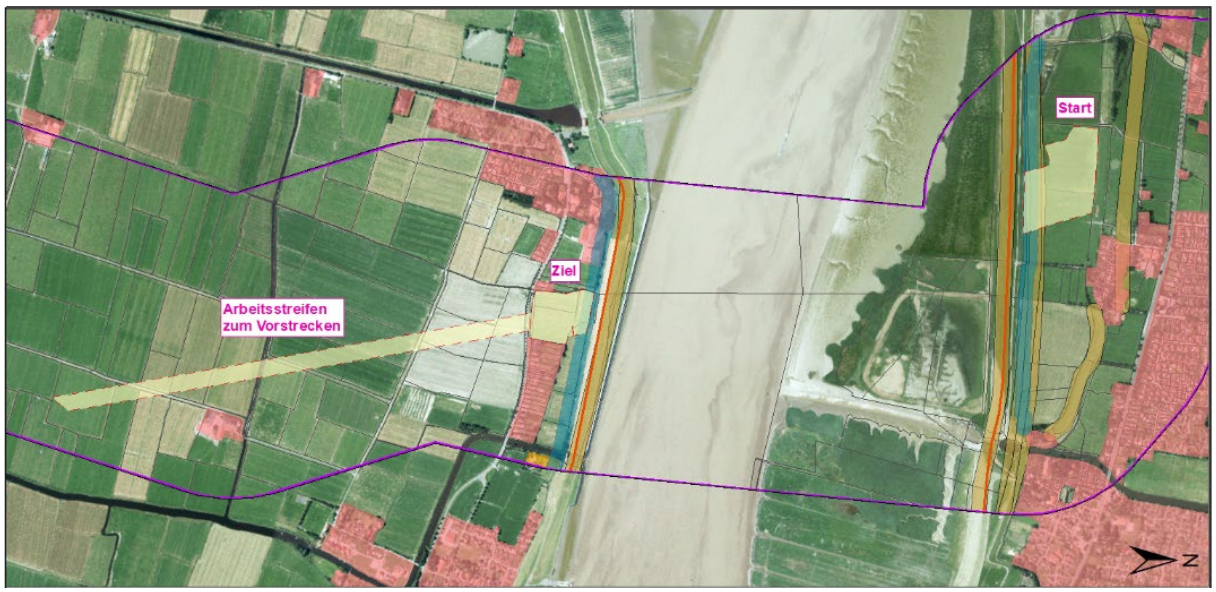

Abb. 2-1: Emsquerung - HDD-Verfahren

2.1.1 Herstellen der Pilotbohrung

Die Bohrarbeiten beginnen mit der Pilotbohrung. Aufgrund der großen Bohrlänge von ca. 1.700 m ist die Durchführung der Pilotbohrung mittels Intersect-Verfahren („Meeting-in-the-Middle“) zu bevorzugen. Bei diesem Verfahren ist der maximale Bohrspülungsdruck erheblich niedriger, was die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Ausbläsern minimiert. Für Bohrungen dieser Größenordnung sind Bohranlagen von bis zu 2.500 kN Zugkraft vorgesehen. Als Widerlager für die Bohranlagen können z. B. Spundwände zum Einsatz kommen, die direkt vor der Anlage in den Untergrund gerammt werden. Nach Durchführung einer Bohrung können diese abschnittsweise zurückgebaut und an anderer Stelle wiederverwendet werden.

Das erste Bauteil des Pilotbohrstranges ist der Bohrkopf. Dieser hat die Aufgabe, den anstehenden Boden mechanisch zu lösen und ein Bohrloch herzustellen. Unterstützt wird der

Bodenabbau von der hydraulischen Lösearbeit der unter hohem Druck aus den Bohrkopfdüsen austretenden Bohrspülung. Das Bohrloch wird von der Bohrspülung, die auch das gelöste Bohrklein austrägt, offengehalten. Die zum Einsatz kommende Bohrspülung bzw. Bohrsuspension besteht aus Wasser, Bentonit und falls erforderlich, weiteren Zusätzen zur Modifizierung der Spülung. Je nach Bodenart wird vorwiegend ein Düsenbohrkopf oder ein Meißel eingesetzt. Beide Typen haben einen größeren Durchmesser als das Pilotbohrgestänge. Die Steuerung erfolgt durch eine Asymmetrie am Bohrkopf selbst oder durch ein abgewinkeltes Gestängestück.

Um die Abweichung der Ist-Bohrlinie von der Soll-Bohrlinie (geplante Bohrlinie) so gering wie möglich zu halten, muss eine Ortung der Bohrgarnitur entlang der Bohrlinie sichergestellt sein. Die Ortungsdaten werden fortlaufend, in Abhängigkeit von der Länge des Bohrgestänges, mindestens bei jedem Gestängewechsel, aufgenommen und dokumentiert.

2.1.2 Aufweiten der Pilotbohrungen

Der zweite Arbeitsschritt ist das Aufweiten der Pilotbohrung. Für diese Aufweitbohrung wird an den noch im Bohrloch befindlichen Bohrstrang an der Austrittseite der Bohrung ein Aufweitkopf montiert. Der mit dem Bohrstrang fest verschraubte Aufweitkopf wird drehend zur Bohranlage gezogen und weitet das Bohrloch auf. Diese Lösearbeit wird wiederum durch den Einsatz der Bohrspülung hydraulisch unterstützt. Dieser Arbeitsschritt kann mit entsprechend größeren Aufweitköpfen solange wiederholt werden, bis der zum Einziehen des Rohrstrangs erforderliche Enddurchmesser erreicht ist. Bei langen Bohrungen oder wenig standfesten Böden ist der sogenannte „Cleaning Run“ (Säubern) als optionaler Arbeitsschritt vor dem Rohreinzug sinnvoll, wenn nicht sicher eingeschätzt werden kann, ob das Bohrklein ausreichend von der Bohrspülung aus dem Bohrloch getragen wurde. Hierdurch können die erforderlichen Zugkräfte für den Einzug des Rohrstrangs reduziert werden.

2.1.3 Einzug der Rohrstränge

Der Einzug des jeweiligen Rohrstrangs in das fertig aufgeweitete Bohrloch ist der letzte Arbeitsschritt. Die einzuziehenden Rohrstränge müssen vorab in Verlängerung der Bohrachse oder in Bogenlage vorgefertigt werden, hierzu sind entsprechende Arbeitsflächen erforderlich. Der Einziehbohrstrang besteht aus einem Räumwerkzeug, einem Drehgelenk und einem Ziehkopf. Das Drehgelenk soll ein Mitdrehen des Rohrstrangs verhindern. Das Drehgelenk wird mit dem Ziehkopf, der kraft- und formschlüssig mit dem Rohrstrang verbunden ist, gekoppelt.

Zum Einziehen des Rohrstrangs in das Bohrloch wird das Räumwerkzeug in Rotation versetzt und zusammen mit dem angehängten Rohrstrang zur Bohranlage gezogen. Auch bei diesem

Arbeitsschritt wird Bohrspülung durch das Bohrgestänge gepumpt und tritt an den Düsen des Räumwerkzeuges aus. Die Bohrspülung dient zum Transport des Bohrkleins und zur Herabsetzung der Reibungskräfte zwischen Rohrstrang und der Bohrlochwand.

2.2 Emsquerung mittels Mikrotunnelbau

Für die geschlossene Querung der Ems mittels Mikrotunnelbau ergibt sich eine Vortriebslänge von ca. 1.700 m. Der steuerbare bemannte Mikrotunnelbau beginnt und endet jeweils hinter den Deichschutzzonen.

Im Zuge des Mikrotunnelbaus wird der Vortrieb begehbarer Stahlbeton-Mantelrohre mit einem Außendurchmesser von ca. 3,8 m (1-Tunnel-Variante) oder ca. 2,8 m (2-Tunnel-Variante) durchgeführt. Bei der 2-Tunnel-Variante werden die Energie- und Begleitkabel der Erdkabelanlage A-Nord (System A und System B) und der Offshore-Netzanbindungssysteme (DolWin4 und BorWin4) in separaten Mikrotunneln verlegt. Bei der 1-Tunnel-Variante ist ein gemeinsamer Mikrotunnel für alle Systeme vorgesehen.

Analog zur Querung der Ems mittels des HDD-Verfahren wird die Baustelleneinrichtungsfläche hergestellt. Eine Einschränkung des Bauzeitfensters ist für die Variante Mikrotunnelbau nicht gegeben, da keine Arbeitsflächen im VSG „Rheiderland“ liegen. Die Herstellung der Tunnel muss über einen kontinuierlichen Vortrieb im 24h-Schichtbetrieb erfolgen.

Zur Durchführung des Mikrotunnelbaus werden am Start- und Zielpunkt verbaute, druckwasserdichte Baugruben mit einer Tiefe von mindestens 25 m und einem Innendurchmesser von jeweils mindestens 4 x 9 m erforderlich. In der Regel erfolgt der Verbau in dieser Tiefe mittels überschnittener Bohrpfahlwand, die mehrstufig hergestellt wird, oder mittels Schlitzwand. Die Flächeninanspruchnahme für die Baustelleneinrichtung im Bereich der Start- und Zielgrube(n) entspricht in etwa der Größenordnung der BE-Flächen des HDD-Verfahrens (siehe Abb. 2-2).

Die Tiefenlage des Tunnelbauwerks richtet sich einerseits nach der planfestgestellten Bedarfstiefe der Ems in Verbindung mit der verfahrensbedingt erforderlichen Überdeckungshöhe und andererseits nach den Baugrundverhältnissen. Der Vortrieb ist möglichst in einer durchgehenden Bodenschicht gleicher Festigkeit anzuordnen, um einem Abdriften der Tunnelbohrmaschine bei einem Übergang in eine Bodenschicht signifikant geringerer oder größerer Festigkeit vorzubeugen. Des Weiteren ist der Vortrieb aufsteigend mit ca. 2-3 ‰ Gefälle zwischen Start- und Zielgrube anzulegen, um im Falle eines Wassereinbruchs eine Wasserableitung in Richtung Startschacht zu ermöglichen.

Im Folgenden wird der Mikrotunnelbau zur Querung der Ems näher beschrieben.

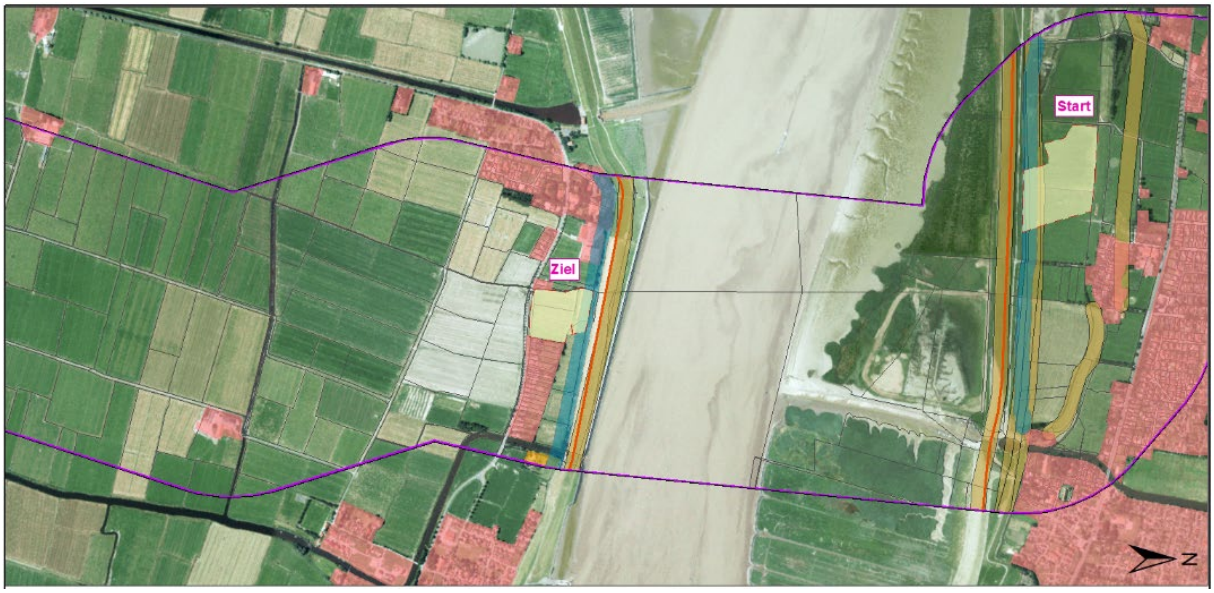

Abb. 2-2: Emsquerung - Mikrotunnel

2.2.1 Mikrotunnelbau

Zur Durchführung des Mikrotunnelbaus werden Start- und Zielgruben im Deichhinterland benötigt. Von der Startgrube aus wird zunächst die Vortriebsmaschine mit einem auf die Geologie abgestimmten Bohrkopf mittels hydraulischer Pressen in den Untergrund vorgedrückt. Der Vortriebsmaschine folgt der eigentliche Rohrstrang. Ist der erste Rohrschuss vollständig in den Untergrund gepresst, wird ein zweiter Rohrschuss dahinter gesetzt und nachgeschoben. Der Vorgang des Nachschiebens von weiteren Teilrohrstücken wird so oft wiederholt, bis die Vortriebsmaschine die Zielgrube erreicht hat.

Durch die große Entfernung zwischen Start- und Zielgrube sowie der großen Nennweite des Vortriebrohres sind innerhalb des Tunnels Zwischenpressstationen einzurichten, um den Vortrieb über dieser Länge auffahren zu können. Diese ermöglichen eine bessere Aufteilung der erforderlichen Vortriebskräfte über die Strecke des Mikrotunnels. Durch den Einsatz von Zwischenpressstationen wird die gesamte Vortriebsstrecke in Teilabschnitte unterteilt, auf denen die einzelnen Rohrstränge nacheinander weitergeschoben werden.

Die Vermessung der Vortriebsachse erfolgt i. d. R. mit Lasertechnik. Erforderliche Richtungsänderungen beim Vortrieb werden durch den hydraulisch schwenkbaren Steuerkopf ausgeführt.

Der anstehende Boden wird mit einem auf die geologischen Bedingungen angepassten Bohrkopf sowie mit Hilfe eines flüssigkeitsgestützten Abbaukonzeptes (geschlossenes Schild)

abgetragen. Das am Bohrkopf abgebaute Material wird über eine Förderleitung abgesaugt und anschließend an die Oberfläche gefördert.

Im Anschluss an die Bohrung werden im Tunnel Stahlunterkonstruktionen für die Verlegung der Energie- und Begleitkabel eingebaut. An beiden Tunnelenden werden in den Baugruben Schächte errichtet, um einen dauerhaften Zugang zum Tunnel zu ermöglichen.

2.3 Technische Vorzugslösung

Die Emsquerung stellt aufgrund ihrer Tiefe und Länge sowie der heterogenen Baugrundverhältnisse eine besondere technische Herausforderung dar.

Eine Entscheidung der Vorzugslösung HDD-Verfahren oder Mikrotunnelbau kann daher erst auf Basis der Ergebnisse der Baugrundhauptuntersuchung erfolgen.

2.4 Kabelzug

Im Anschluss an die Herstellung der jeweiligen Bohrungsvariante werden die Strom- und Begleitkabel in die mittels HDD-Verfahren verlegten Kabelschutzrohre eingezogen bzw. im Fall eines Mikrotunnels auf einer Stahlunterkonstruktion im Tunnel verlegt.

Der Kabelzug für die beiden Offshore-NAS ist ebenfalls in zeitlichem Zusammenhang angestrebt, kann allerdings, je nach Zeitpunkt der Verlegung, auch unabhängig vom Kabelzug für die Systeme A-Nord erfolgen.

2.5 Bauabwicklung

2.5.1 Andienung der Baufelder

Der An- und Abtransport von Material und Geräten erfolgt landseitig.

Am rechten Ufer kann die Andienung der Baustelle über das vorhandene Straßennetz zunächst bis zur letzten öffentlich gewidmeten Straße (Gemeindestraße) erfolgen.

In der Planung ist vorgesehen, vorhandene Wirtschaftswege bei Bedarf bis zum Baufeld im Deichhinterland als potenzielle Zuwegung auszubauen. Zusätzlich können für den An- und Abtransport der Bohrgeräte sowie für die allgemeine Andienung der Baustelle weitere Zuwegungen über landwirtschaftliche Nutzflächen notwendig werden. Mit dem Übergang auf die Trasse in offener Bauweise sind auch die im Regelgrabenprofil vorgesehenen Baustraßen zu nutzen.

Am linken Ufer wird die Baustelle über das Straßennetz (Kreisstraße) der angrenzenden Siedlungsfläche bei Pogum angebunden.

2.5.2 Rückbau der Baufelder

Die Baustelleneinrichtungsflächen/ bauzeitliche Zuwegungen werden mit Fertigstellung der Kabelanlage zurückgebaut. Abgeschobener Oberboden wird wieder angedeckt, unterhalb von Lastverteilungsplatten anstehender Oberboden wird aufgelockert. Abschließend erfolgt die Rekultivierung des Geländes.