

B_I umweltbau

Fachzeitschrift für unterirdische Infrastruktur

Sonderdruck Der Strom muss an Land

B_I MEDIEN

Nr. 1 · Februar 2017



Horizontalbohren

Horizontalbohrtechnik im Dauereinsatz

Der Strom muss an Land



49.000 m Kabelleerrohre ermöglichen die Anbindung der Ostseewindparkanlagen (OWP) „Cluster Westlich Adlergrund“ (CWA) an das Verteilnetz in Lubmin.

Von Dipl.-Ing./EWE Hermann Lübbers* und Dipl.-Ing. Timo Mücke*

Ostwind 1 nennt sich das Projekt zum Anschluss der Ostsee-Windparks im Cluster Westlich Adlergrund (CWA). Das Gebiet gilt als besonderes Eignungsgebiet für die Errichtung von Windenergieanlagen und wurde deshalb auch entsprechend ausgewiesen. Es hat eine Fläche von ca. 110 m² und befindet sich ca. 42 km nordöstlich von Rügen bzw. ca. 90 km nordöstlich vom Greifswalder Bodden (Lubmin) entfernt.

Ostwind 1 ist die nunmehr dritte Offshore-Anbindung des Netzbetreibers 50Hertz Transmission GmbH. Der feierliche Baustart dieses Großprojektes erfolgte am 18. August 2015 im Beisein des Ministerpräsidenten des Landes Mecklenburg-Vorpommern, Erwin Sellering. Mit einer Gesamtinvestitionssumme von über 1 Milliarde Euro stellt es die bisher größte Investition der 50Hertz in die Netzanbindung der Offshore-Windparks dar.

Das Projekt beinhaltet im Einzelnen:

- Einbau von sechs Kabelleerrohranlagen zur Aufnahme von sechs AC-Systemen (220 kV)

- Das Übertragungssystem besteht also aus einem 3-Phasen Wechselstromsystem mit einer Nennspannung von 220 kV und einer Netzfrequenz von 50 Hertz.
- Trassenlänge See: ca. 90 km
- Trassenlänge Land: ca. 3 km
- Leistung: 750 MW

Für die zu errichtenden Kabelleerrohranlagen kamen folgende PEHD-Rohre zum Einsatz:

- 800 x 58,5 mm, DIN 8074, SDR 13,6
- 250 x 22,7 mm, DIN 8074, SDR 11
- 63 x 5,9, DIN 8074, SDR 11
- 50 x 4,6, DIN 8074, SDR 11

Die für die Belegung mit Stromkabeln vorgesehenen Rohre (Da 800 mm und Da 250 mm) mussten aus wärmetechnischen Aspekten heraus in sogenannter HT-Qualität, also mit erhöhter Wärmestabilität bis 70 °C geliefert und verlegt werden.

Das Leerrohrsystem beinhaltet sechs Anlandungsbohrungen (Da 800 mm) mit einer durchschnittlichen Bohrungslänge von ca. 650 m sowie insgesamt 42 Spülbohrungen auf der Landtrasse (6 x 7 Stck.) zur Aufnahme von je drei Rohren (Da 250 mm). Die Gesamtblöhlänge pro Los betrug ca. 2500 m.

Bohrtechnisch musste also eine Gesamtblöhlänge von ca.:

- 6 x 650 m = 3.900 m +
- 6 x 2.500 m = 15.000 m

abgewickelt werden. Rohrleitungsbauseitig waren insgesamt

- 3.900 m PEHD-Rohr Da = 800 mm
- 45.000 m PEHD-Rohr Da = 250 mm
- 15.000 m PEHD-Rohr Da = 63 mm
- 15.000 m PEHD-Rohr Da = 50 mm zu verarbeiten.

Die Bietergemeinschaft Beermann Bohrtechnik GmbH, Matthäi-Wasserbau sowie die Matthäi-Bauunternehmung überzeugten den Netzbetreiber und Bauherren 50Hertz mit einem ausgewogenen Realisierungskonzept und einem wirtschaftlich interessanten Angebot von ihrer Leistungsstärke und erhielten den Auftrag für den Bau dieser anspruchsvollen Kabelleerrohrtrasse.

Der komplette Wasserbau, sprich die Gestaltung der erforderlichen Schiffseinheiten, der Betrieb derselben, die Herstellung der in der Ostsee notwendigen Baugrubenumschließungen, die Ablage der Kabelleerrohre auf Weiterverlegungsniveau sowie die Andienung allen bohrtechnischen Equipments auf See lag in den Händen der Matthäi-Wasserbau GmbH aus Verden.

Die Herstellung und Unterhaltung sämtlicher Baustellenflächen, aller erforderlichen Zuwegungen (Straßenbau etc.) sowie die technische Gesamtkoordination lag in den Händen der Matthäi-Bauunternehmung GmbH Westerstede. Die Erstellung aller erforderlichen Horizontalspülbohrungen und damit der Einbau der notwendigen Kabelleerrohre wurde von der Beermann-Bohrtechnik GmbH in Riesenbeck geplant und durchgeführt.

Auf Grund der für ein derartiges Projekt sehr „sportlich“ geplanten Bauzeit von ca. 1 Jahr plante die Beermann-Bohrtechnik den Einsatz von fünf Bohranlagen gleichzeitig ein. Der dadurch entstehende, logistische Aufwand war für alle beteiligten Partner enorm und nur unter Einsatz größtmöglicher Ressourcen (Personal und Gerät) darstellbar.

Baudurchführung

Lage der Baustelle

Der räumliche Trassenverlauf beginnt am Umspannwerk Lubmin. Die Landkabeltrasse führt über landwirtschaftliche Flächen (Wei-

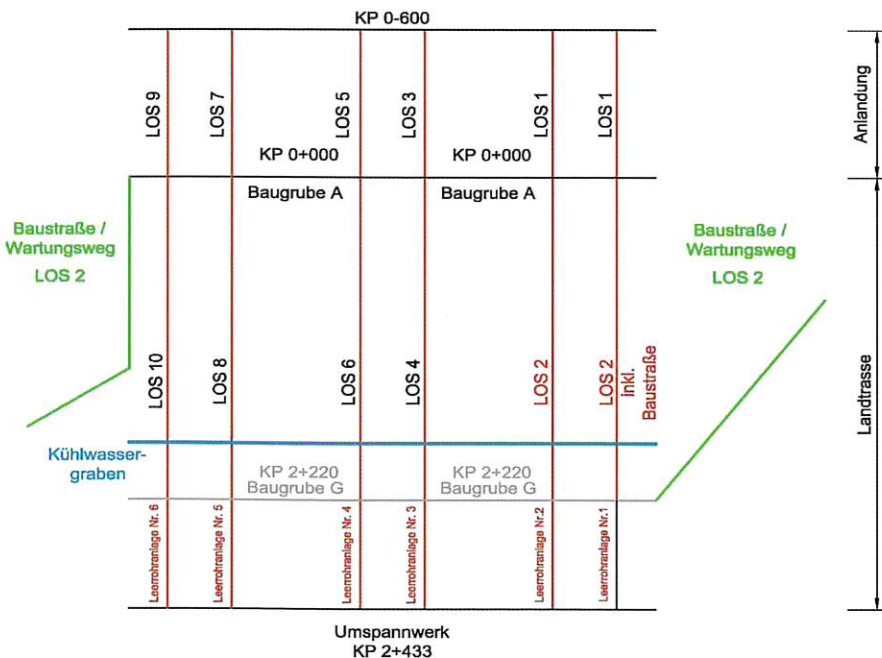


Abb. 2: Schematischer Aufbau des Leerrohrsystems | Abbildung: Ausschreibungsunterlage 50Hertz

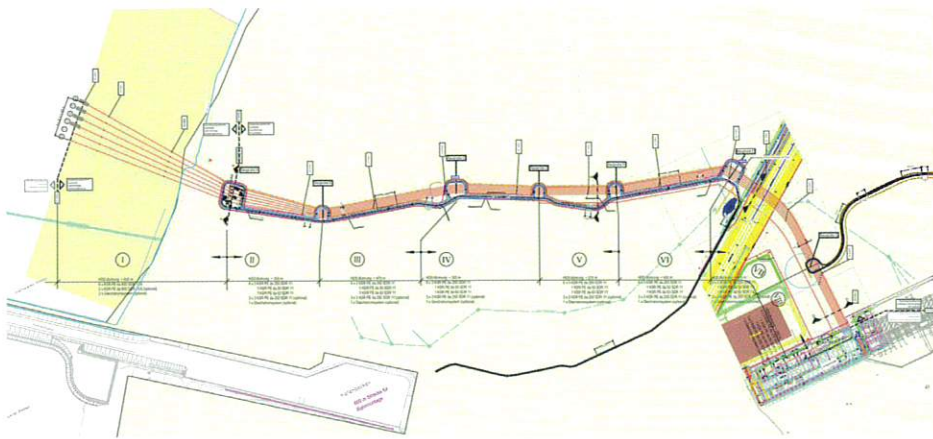


Abb. 3: Trassenverlauf der HDD-Bohrungen. | Abbildung: Ausschreibungsunterlage 50Hertz

deflächen) bis zum Anlandungspunkt an der Küstenlinie nördlich der Gasempfangsanlage der Ostseepipeline „Nordstream“. Die Baustellen für die HDD-Bohrungen befinden sich ca. 2 bis 5 km entfernt vom Industriehafen Lubmin. Die Abbildung 3 zeigt den gesamten Trassenverlauf.

Ökologische Verhältnisse

Die Trasse kreuzt im Anlandungsbereich das Naturschutzgebiet „Peenemünder Haken, Struck und Ruden“. In diesem Bereich befindet sich nur wenige Meter entfernt von der Ostsee eine Graudüne. Diese ist eingefriedet und durfte nicht betreten werden.

Neben den in gängigen Regelwerken und DIN-Normen festgesetzten Umweltschutzmaßnahmen (Bsp. Umgang mit Gefahrstoffen auf Baustellen, Fachgerechte Entsorgung von Abfällen etc.) waren vorhabenspezifisch folgende vorbereitende Umweltschutzmaßnah-

men zu treffen:

- das Aufstellen von Sichtschutzwänden für optisch empfindliche Vogelarten (siehe Abbildung 4,5)
- Anlage von Reisighaufen zur Habitataufwertung im Umfeld des Vorhabens,
- Aufstellen von Amphibien- bzw. Reptilienzäunen,
- Sicherung der Baugruben.

Die im Greifswalder Bodden liegenden Bohraustrittspunkte waren unter Berücksichtigung des „Nulleinleitungsprinzips“ mit einer Baugrubenumschließung (Abbildung 6) zu versehen.

Geologische Verhältnisse

Baugrundsichtung

Wasserseitig:

Ab Gewässersohle wurden als Hauptboden-

art Fein- und Mittelsande erkundet, die holozänen als auch pleistozänen Ursprungs sind. Die holozänen Sande stehen im Schnitt bis in Tiefen von ca. 4 bis 5 m unter Gewässersohle an. Darunter stehen pleistozäne Sande an. Nach der Kornverteilung handelt es sich ebenfalls um Fein- und Mittelsande.

Landseitig:

Wie auch wasserseitig stehen als Hauptbodenart unterhalb der Deckschichten (Mutterboden*Oberboden) Fein- und Mittelsande an. Auch hier handelt es sich um holozäne und darunter um pleistozäne Sande. In die holozänen Sande sind teilweise in unterschiedlichen Teufen organische Böden in Form von Torf, untergeordnet Mudde, eingelagert. Die Mächtigkeit beträgt 0,4 bis 1,5 m.

Die Baugrundeigenschaften lassen sich wie folgt charakterisieren:

Torf, untergeordnet Mudde:

- im Allgemeinen stark kompressibel
- geringe Scherfestigkeit
- frostempfindlich (F 3)

Mutterboden / Oberboden / Auffüllungen:

- Fein- und Mittelsande meist mit organischen Anteilen, untergeordnet auch schluffige Beimengungen

Feinsand / Mittelsand, z.T. schwach schluffig:

- eng abgestuft
- Lagerungsdichte locker, mitteldicht bis dicht

Sande kiesig / Kies:

- enthalten Steine bzw. bilden zum Teil im Übergangsbereich zum Geschiebemergel



Abb. 4: Aufstellen von Sichtschutzwänden für optisch empfindliche Vogelarten. | Foto: Beermann Bohrtechnik GmbH



Bohrgerät 250 to

eine „Gerölllage“

- mitteldicht bis dicht gelagert

Beispielhaft mögen die Wasserbohrungen 1/12 und 2/12 (Abbildung 7) die geologischen Verhältnisse aufzeigen.

Wasserstände

Ca. 650 m vor der Küstenlinie wurden Wassertiefen von 0,6 bis 0,8 m im Wechsel mit flacheren Sandbänken festgestellt. Dieser Umstand erforderte besondere Maßnahmen im Hinblick auf alle wassergängigen Fahrzeuge. Der zulässige Tiefgang wie auch die Wind- und Strömungsverhältnisse stellten große Hürden in der täglichen Abwicklung dar.

Anlandungsbohrungen

Die Anlandungsbohrungen (Outfalls) begannen auf den von dem ARGE-Partner Matthäi-Bauunternehmung erstelltem Baufeld A (Abbildung 8) und endeten in der Baugrubenumschließung ca. 600 m vor der Küstenlinie.

Die Horizontalbohrarbeiten wurden mit der 2500 kN sowie mit der 1000 kN-Bohrereinheit der Beermann Bohrtechnik GmbH durchgeführt.

Die 2500 kN-Anlage war wie folgt bestückt:

- 12 1/4“ Rollendrehmeißel mit einer Abwinkelung von ca. 1,7°
- 6 5/8“ Bohrgestänge, Range 2

Die 1000 kN-Anlage war wie folgt bestückt:

- 9 7/8“ Rollendrehmeißel mit einer Abwinkelung von ca. 2°
- 5“ Bohrgestänge, Range 2

Generell wurden alle Bohrungen mit folgendem Profil (Abbildung 9) aufgeföhren:

- Ein-/Austrittswinkel 10°
- Eintrittsradius 250 m
- Austrittsradius 350 m

Technische Daten (Vortrieb) Anlandungsbohrungen

Bei den Pilotbohrungen aufgeföhren wurden, basierend auf den beschriebenen geologischen Verhältnissen, die Daten wie Vortriebsgeschwindigkeit, Spülungsrezeptur, Spülmengen etc. im Vorfeld der Baumaßnahme geplant und berechnet. Das ganze wurde in eine entsprechende WMS (Work method statement) verarbeitet und dem Auftraggeber zur Prüfung und Freigabe eingereicht. Ein wichtiger Aspekt bei den Bohrungen stell-



Abb. 6: Baugrubenumschließung der im Greifswalder Bodden liegenden Bohraustrittspunkte. | Foto: Beermann Bohrtechnik GmbH

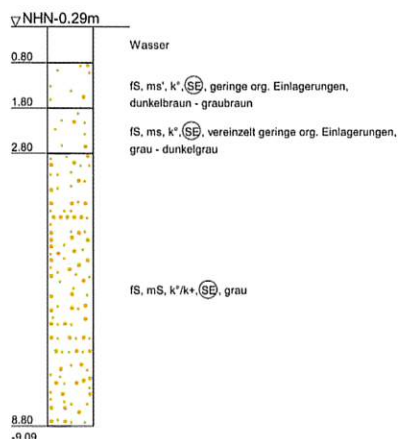
ten die erforderlichen und die maximal zulässigen Spüldrücke im Bohrkanal dar. Auch hier diente die WMS zur Festlegung der entsprechenden Parameter und legte einen entsprechenden Alarm- und Aktivitätenplan fest. Ein Spülausbruch in der Ostsee war ein absolutes „NoGo“.

Diesem Umstand musste natürlich am geplanten Austrittspunkt in der Ostsee besonderes Augenmerk geschenkt werden.

Im Bereich der geplanten Austrittspunkte wurden vor Beginn der Bohrarbeiten Spundwandkästen mit Abmessungen von 45 x 8,5

m (Abbildung 10) gerammt. Die Abmessungen waren aufgrund der relativ flach endenden HDD-Bohrungen erforderlich um im Stirnbereich eine ausreichende Überdeckung zwischen Spundwandunterkante und Bohrkanal zu gewährleisten um somit die Sicherheit gegen Spülausbrüche und hydraulische Grundbrüche zu erhöhen. Nach erfolgreichem Ausbohren der Pilotbohrung wurde dann als zweite Barriere ein weiterer kleinerer „Spülungskasten“ um den Bereich des Bohraustrittspunktes installiert. Dieser sollte verhindern, dass die aus dem Bohrloch aus-

WB 1/12



WB 2/12

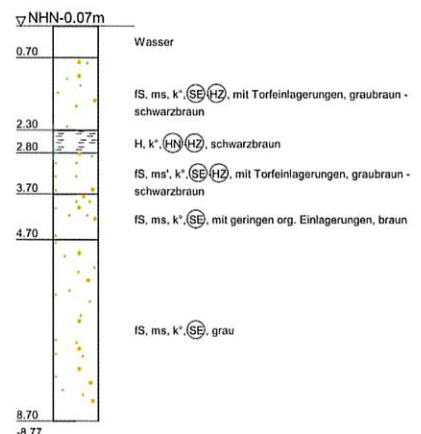


Abb. 7: Die Wasserbohrungen 1/12 und 2/12 vermitteln einen Eindruck der geologischen Verhältnisse. | Abbildung: Ausschreibungsunterlage 50Hertz



Abb. 8: Baufeld A | Foto: Beermann Bohrtechnik GmbH

tretende Spülung sich großflächig in der großen Baugrubenumschließung verteilt und mit Seewasser in Kontakt kommt.

Die Pilotbohrungen wurden mit folgenden Vortriebs-/Spülungsdaten fertiggestellt:

- Vortriebsrate 50 – 90 m/Std.
- Pumpvolumen 600 – 900 Liter/min

Die Aufweitung der Pilotbohrungen erfolgte in zwei Stufen mittels „Backreaming“. Es kam jeweils ein Barrelreamer mit einem Durchmesser von 28“ und 42“ zum Einsatz. Die Vortriebsdaten stellten sich wie folgt dar:

- Vortriebsrate 30 – 40 m/Std
- Pumpvolumen 1.600 – 1.800 Liter/min

Die Spülungsrate, der Spülungsdruck sowie der Austrag an Feststoffen wurde zu jedem Zeitpunkt durch den Spülungsingenieur gemessen, dokumentiert und auf die jeweilige Situation eingestellt.

Parallel zu den vorgenannten Bohrarbeiten wurde der Rohrstrang an Land vorgestreckt und verschweißt. Anschließend wurde dieser im Lubminer Hafen zu Wasser (Abbildung 11,12) gelassen. Für den Einschlepp- und den anschließenden Einziehvorgang wurden spezielle Ziehköpfe gefertigt, welche zum einen die sichere Kraftübertragung während des Einziehvorganges gewährleisten und

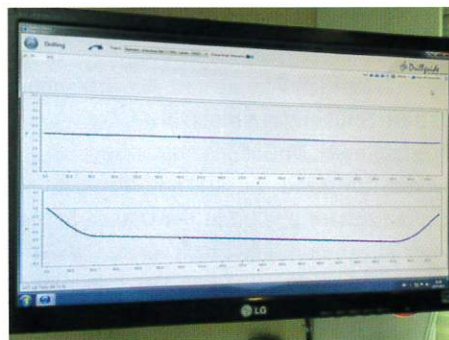


Abb. 9: Grafische Darstellung des Bohrprofils. | Foto: Beermann Bohrtechnik GmbH

zum anderen Öffnungen zum Befüllen und Entlüften des Rohrstranges aufwiesen. Für den Einschleppvorgang wurde der Lubminer Hafen temporär gesperrt. An Land sowie auf Wasser wurden diverse Arbeitsgeräte- und Boote in Position gebracht um den bis zu 700 m langen Rohrstrang sicher ins Wasser und dann zum Anlandepunkt zu bringen.

Mit einer vorher exakt ermittelten Ballastierungsmenge und Ballastierungstechnik wurde der jeweilige Rohrstrang (Abbildung 13,14) eingezogen. Der Rohreinzug wurde wie folgt dokumentiert:

- Ziehgeschwindigkeit ca. 120 – 140 m/Std.
- Pumpvolumen 1000 Liter/min
- Einzugskraft von 450 kN bis 900 kN

Landbohrungen

Zwischen dem Anlandepunkt der Kabelleerrohre an der Küstenlinie und dem Umspannwerk musste das Leerrohrsystem auf einer Strecke von ca. 2.500 m durch ein Naturschutzgebiet bestehend aus Wiese und Weideland verlegt werden. Wie auf der Abbildung 3 dargestellt, war die Landtrasse in sieben Bohrabschnitte unterteilt mit Bohrlängen zwischen 270 m und 560 m. Den anspruchsvollsten Abschnitt stellte hier der Abschnitt VII dar, bei welchem der Kühlwasserkanal des Kraftwerkes Lubmin gekreuzt wurde.

Die Landbohrungen begannen bzw. endeten jeweils auf den vom ARGE-Partner Matthäi-Bauunternehmung erstellten Baufeldern A-H. Diese wurden erhöht angelegt (Abbildung 15), um bei Starkregenereignissen eine Überflutung zu verhindern. Der Achsabstand zwischen den einzelnen Kabelsystemen betrug 5 Meter, sodass auf den Baufeldern in einem seitlichen Abstand von 5 m und einem entsprechenden Arbeitsraum für die Verbindungsgruben insgesamt jeweils 12 Bohrein- und Austrittspunkte angeordnet werden mussten.

Auf der Landtrasse waren gleichzeitig drei Bohreinheiten im Einsatz (1 x 500 kN, 1 x 450 kN, 1 x 250 kN). Um die benötigte Anzahl an Rohrsträngen in der erforderlichen Zeiteinheit bereitstellen zu können, wurde mit zwei Schweißcontainern und insgesamt sechs CNC-Schweißmaschinen gearbeitet. Eine Landbohrung mit einer durchschnittlichen Länge von ca. 400 m konnte bei einem reibungslosen Ablauf in ca. 4-5 Arbeitstagen realisiert werden.

Bohrspülungslogistik

Das theoretische Bohrlochvolumen aller Bohrungen betrug ca. 10.000 m³, der entsprechende Spülungsbedarf ca. 900 t. Um mit der notwendigen Bohrspülung so effizient wie möglich zu haushalten, wurde bei jeder Bohranlage eine Recyclinganlage eingesetzt. Der Recyclingsand wurde zu einem zentralen Sammelplatz transportiert und von dort aus abgefahren. Überschüssige Bohrspülung bspw. von den Rohreinzügen wurde in Erdbecken zwischengelagert, um sie dann in nachfolgenden Bohrungen wieder einsetzen zu können. Für den Transport von Wasser und Bohrspülung sowie Recyclingsand waren insgesamt sechs Saugspülwagen sowie zwei Muldenfahrzeuge im Dauereinsatz.

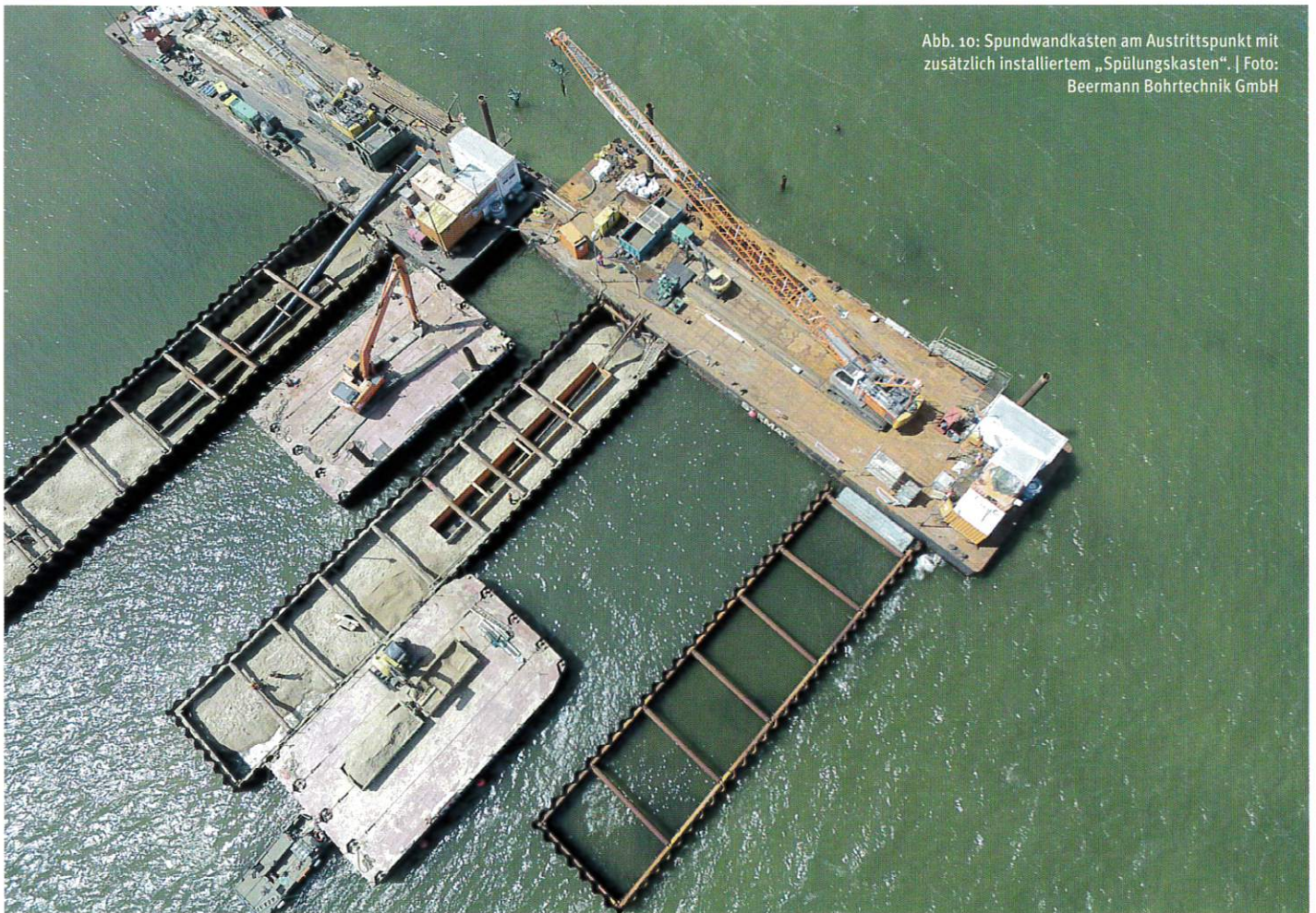


Abb. 10: Spundwandkästen am Austrittspunkt mit zusätzlich installiertem „Spülungskasten“. | Foto: Beermann Bohrtechnik GmbH

Fazit

Ein HDD-Projekt dieser Art kann durchaus nicht alltäglich bezeichnet werden. Die ARGE HDD Lubmin, im speziellen die Beermann Bohrtechnik GmbH, überzeugte mit einer großen Flotte an schwimmenden Wasserbau-einheiten und adäquaten Bohranlagen sowie entsprechendem qualifiziertem Fachper-

sonal, um derartige Marktanforderungen bewerkstelligen zu können. Trotz allem brachte dieses Projekt doch einige Herausforderungen hervor, die es während der 15 monatigen Bauzeit zu lösen galt.

Sobald HDD-Bohrungen wasserseitig starten bzw. enden, kommen die Einflussfaktoren Wind, Wetter, Wasserstand und das zusätzliche Gewerk Wasserbau mit in Spiel. Abläufe,

die an Land standardisiert und unkompliziert sind, müssen auf dem Wasser neu bewertet werden. Die Transportlogistik über den Seeweg zum Austrittspunkt der jeweiligen Bohrung übt einen sehr großen Einfluss auf die Erstellung einer Bohrung aus.

Um die Bauzeit zu optimieren, wurde früh auf einen 2-Schichtbetrieb umgestellt. Bei zwei Großbohrereinheiten bedeutet dass ca. 12 Ar-



Abb. 11: Der Rohrstrang an Land vorgestreckt und verschweißt ... | Foto: Beermann Bohrtechnik GmbH



Abb. 12: ... und anschließend im Lubminer Hafen zu Wasser gelassen. | Foto: Beermann Bohrtechnik GmbH



Abb. 13/14: Einzug des ballastierten Rohrstranges. | Foto: Beermann Bohrtechnik GmbH

beitskräfte zusätzlich. Da hierfür nicht sämtliches Personal aus den eigenen Reihen aufgebracht werden konnte, wurden zusätzlich Fachkräfte angemietet. In Spitzenzeiten waren allein im Bohrbetrieb bis zu 45 Arbeitskräfte täglich im Einsatz.

Insbesondere der Faktor Baugrund beeinflusst das Gelingen einer HDD-Bohrung. Mächtigere Torfschichten im Zielbereich der Anlandungsbohrungen als erwartet bedingten einige Sondermaßnahmen, um ein stabiles Bohrloch zu erzeugen und um somit ein Eintritt von Seewasser in das Bohrloch oder umgekehrt den Austritt von Bohrspülung in das Seewasser zu verhindern. Zum einen wurde der Torf zwischen Baugrubenumschließung und dem Spülungskasten mit Sand beschwert, zum anderen wurde bei einer Anlandungsbohrung ein hydraulischer Grundbruch mittels eines Casingrohres (Ø1200 mm, L = 40 m) gesichert. Ein Projekt mit hohen technischen und logistischen Anforderungen konnte unter großem Einsatz aller Beteiligten nach einer Bauzeit von ca. 15 Monaten erfolgreich abgeschlossen werden. Dank gilt allen Mitstreitern vor Ort, den Aufsichtsbehörden, den Auf-

sichtspersonen sowie den Verantwortlichen unseres Auftraggebers 50Hertz für ihre kooperative Arbeit in allen Bauphasen.

* Dipl.-Ing./EWE Hermann Lübbers, Dipl.-Ing. Timo Mücke, Projektleiter Beermann Bohrtechnik GmbH, Riesenbeck

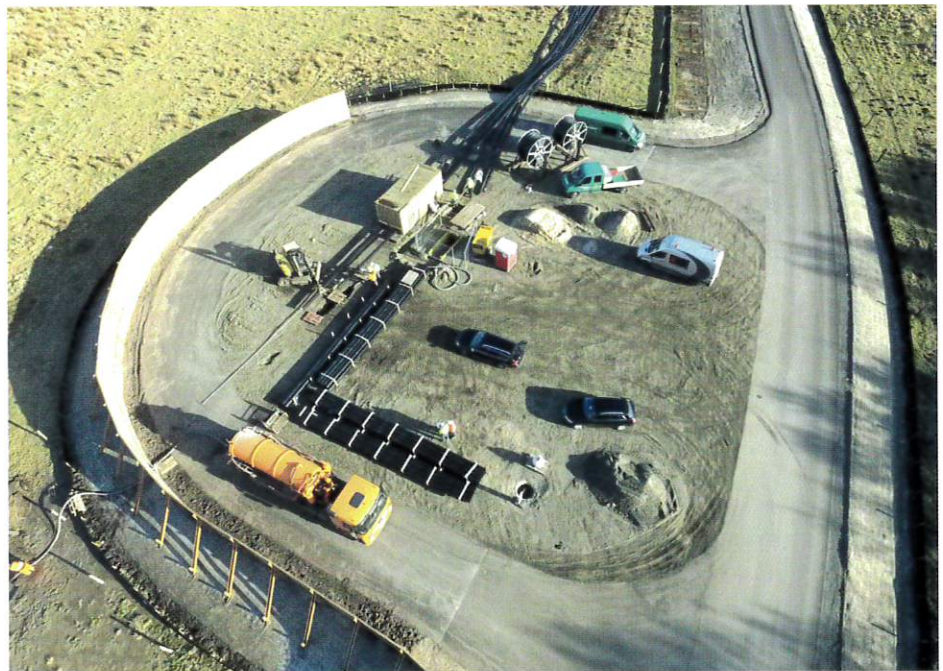


Abb 15: Erhöht angelegtes Baufeld. | Foto: Beermann Bohrtechnik GmbH



www.beermann.de

Bohrung für Offshore-Windparks

... alles im grünen Bereich
beermann
 bohrtechnik

Grabenlose Rohrverlegung
 Bohrlängen bis 1500 m und bis d = da 1200 mm

Heinrich-Niemeyer-Straße 50 - 48477 Hörstel-Riesenbeck
 Tel.: (0 54 54) 93 05 - 0 - Fax: (0 54 54) 93 05 - 72
 E-Mail: info@beermann.de - Internet: www.beermann.de



250-t-Bohranlage