



Bohlen & Doyen Bauunternehmung GmbH

Hauptstraße 248

26639 Wiesmoor

Baubeschreibung Eiderquerung

Baubeschreibung der Eiderquerung mittels HDD



TenneT TSO GmbH

Bernecker Straße 70

95448 Bayreuth

02.04.2014

Dokumenteninformation

Projektname	Eiderquerung
Projekt-Nr.	8/65071002
Erstelldatum	02.04.2014
Verfasser	Volker Ziermann
Dok.- Bez.	Baubeschreibung
Abt. / Fachb.	Bohrtechnik

Verteilerliste

Name	E-Mail	Fax	Druck
Manfred Wollschläger	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Prüfprotokoll

Aktion	Name	Funktion	Datum
freigegeben	Marc Schnau	Fachbereichsleiter	28.04.2014
geprüft	Marc Schnau	Fachbereichsleiter	28.04.2014
erstellt	Volker Ziermann	Bauingenieur ATB	02.04.2014

Versionsangaben

Rev.-Nr.	Datum	Kurzinformation	Ersteller
00	02.04.2014	Erstentwurf	Volker Ziermann
01	13.05.2014	Überarbeitung mit den Kommentaren und den notwendigen Ergänzungen vom AG(Emissionen und Immissionen) sowie Erweiterung um den Abschnitt Kabelzug	Volker Ziermann
02	03.06.2014	Anlagen angepasst	Volker Ziermann
03	03.06.2014	Koordinaten für BE-Flächen herausgenommen	Volker Ziermann

Anlagen

Nr.	Dateiname	Datum	Kurzinformation

Das vorliegende Dokument ist Eigentum der Bohlen & Doyen Bauunternehmung GmbH. Vervielfältigung und Weitergabe an Dritte, auch auszugsweise, ist nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung von Bohlen & Doyen Bauunternehmung GmbH zulässig. Alle Rechte vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Beschreibung der Baustelle	6
2.1	Technische Daten	6
2.2	Lage, Zufahrten und Baustelleneinrichtungen.....	6
2.3	Geologische Verhältnisse	6
3	Bauarbeiten	7
3.1	Tiefbauarbeiten	7
3.1.1	Baustraßen und Baustelleneinrichtungsflächen.....	7
3.1.2	Wiederherstellung der Oberflächen	8
3.1.3	Landkabelverlegung im offenen Graben.....	8
3.2	Gesteuerte Horizontalbohrung	8
3.2.1	Ausrüstung	8
3.2.2	Toleranzen und Genauigkeiten	9
3.2.3	Bohrrichtung	9
3.2.4	Bohrspülung/Bohrklein	10
3.2.5	Zugkräfte	10
3.2.6	Spülungsdruck.....	11
3.2.6.1	Spülungsdruckberechnung	11
3.2.6.2	Verrohrung der Entwässerungsgräben	11
3.2.7	Rohrbemessung	12
3.2.8	Ablauf der Bohrarbeiten	12
3.2.8.1	Pilotbohrung	13
3.2.8.2	Aufweitung.....	13
3.2.8.3	Rohreinzug	14
3.2.9	Bohrgeometrie	14
3.2.9.1	Bohrlinie.....	14
3.2.9.2	Mindestradius	14
3.3	Rohrbauarbeiten	15

3.3.1	Rohrmaterial	15
3.3.2	Ausfahren des Rohrstrangs	15
3.3.3	Schweißen	16
3.3.4	Druckprüfung	16
3.3.5	Kalibrierung	16
3.4	Kabelzug	16
3.4.1	Querschnitt und Geometrie	16
3.4.2	Vorbereitung des Kabelzugs	17
3.4.3	Kabelzug	18
3.4.4	Zugkräfte	18
3.4.5	Einzug Leerrohr für LWL-Kabel	18
4	Emissionen, Immissionen und Entsorgung	19
4.1	Schall	19
4.2	Entsorgung	19
4.3	Wasserbedarf	19
4.4	Immissionen	19
5	Begriffe und Abkürzungen	20
6	Normen und Vorschriften	21
7	Anlagen	21
7.1	A01-Bohrlinie	21
7.2	A02-Zugkraft-Spülungsdruckberechnung, Rohrbemessung	21
7.3	A03-Baustelleneinrichtungspläne und Flächenbedarf	21
7.4	A04-Bauzeitenplan	21
7.5	A05 Beschreibung Landkabel	21
7.6	A06-Baugruben Landkabel	21

1 Einleitung

Die TenneT TSO GmbH plant die Errichtung einer 380 kV Leitung im Westen von Schleswig-Holstein. Als Kompensationsmaßnahme für diese Leitung wird die Erdverkabelung einer 110 kV Leitung unterhalb der Eider, östlich der Ortschaft Tönning, geplant.



Abbildung 1: Lageskizze

Die Verkabelung unterhalb des Flusses Eider soll mittels dreier HDDs auf einer Länge von jeweils rund 1300 Metern realisiert werden. Geplant ist zunächst HDPE-Rohre einzubauen in welche, bei 2 der 3 Bohrungen, im Nachgang jeweils drei Kabel eingezogen werden sollen. Die dritte Bohrung dient als Reserve-Leerrohr. Der Bauherr der Maßnahmen ist die TenneT TSO GmbH:

TenneT TSO GmbH
Bernecker Straße 70
95448 Bayreuth

2 Beschreibung der Baustelle

2.1 Technische Daten

Anzahl der Bohrungen	3 im Abstand von ca. 10 Metern
Maximale Überdeckung	Ca. 23,00m
Länge der Bohrungen	Ca.1300m
Eintrittswinkel	10 °
Austrittswinkel	12 °
Rohrmaterial	HDPE
Rohrtyp	Da 450 SDR 9

2.2 Lage, Zufahrten und Baustelleneinrichtungen

Für die Erstellung der Bohrungen sind insgesamt drei Baustelleneinrichtungsflächen vorgesehen. südlich der Eider liegt die Baustelleneinrichtungsfläche für das Bohrgerät. Am gegenüberliegenden Ufer der Eider werden die Baustelleneinrichtungsflächen für die HDD-Arbeiten und der Schweißplatz für die HDPE-Rohre liegen.

Die Zufahrt zur Rigsite kann über die L155 bzw. K69 Lundener Straße und Kiekshofweg erfolgen. Vom Kiekshofweg wird die Zufahrt über eine landwirtschaftliche Nutzfläche (siehe dazu auch den Abschnitt zur Baustraße) zur BE-Fläche erfolgen.

Die Zufahrt zur Pipesite erfolgt von Tönning aus über die Dithmarscher Straße und das Gelände der örtlichen Kläranlage. Von dort aus wird die Zufahrt über landwirtschaftliche Nutzflächen und die BE-Fläche der Mastbaustelle erfolgen.

2.3 Geologische Verhältnisse

Es wurden Bodenproben in Tiefen bis zu 25 Metern unter GOK vom Büro Neumann entnommen und labortechnisch ausgewertet. Zusammenfassend kann der Boden wie folgt beurteilt werden. Im oberen Bereich steht zunächst eine Lage Mutterboden in Dicken bis zu 30 cm an. Der Mutterboden wird in weiten Teilen direkt von einer Schicht Klei unterlagert. Örtlich kann auch Sand unterhalb des Mutterbodens anstehen. Darunter steht in weiten Teilen ein schluffiger Feinsand an, der von Kleilaggen in unterschiedlicher Dicke unterbrochen wird.

Der bisher erkundete, anstehende Boden ist für die Durchführungen von HDD-Bohrungen gut geeignet. Daher werde keine größeren bohrtechnischen Schwierigkeiten erwartet¹. Der Einsatz eines Mud-Motors wird nicht notwendig sein.

Die vorhandenen Aufschlüsse sind in weiten Teilen nicht bis in die notwendigen Tiefen abgeteuft. Daher wird empfohlen, vor der Ausführungsplanung noch erweiterte geologische Voruntersuchungen durchzuführen. Zum jetzigen Zeitpunkt wird davon ausgegangen, dass die tiefen Aufschlüssen auch für die anderen Bereiche als repräsentativ anzusehen sind.

3 Bauarbeiten

3.1 Tiefbauarbeiten

3.1.1 Baustraßen und Baustelleneinrichtungsflächen

Die Örtlichkeit lässt sich nicht über öffentliche Wege erreichen. Daher ist die Errichtung von Baustraßen notwendig. Auf der Rigsite, südlich der Eider, kann bis zum Ende des Anwesen Kiekshofweg 1 der befestigte Weg genutzt werden. Hier müssen evtl. Verstärkungen der Fahrbahn bzw. Ertüchtigungen des Weges vorgenommen werden. Um die Baustelleneinrichtungsfläche zu erreichen sind noch ca. 200 Meter Baustraße über eine landwirtschaftlich genutzte Fläche zu errichten.

Auf der Pipesite nördlich der Eider sind ca. 200 Meter Baustraße von der BE-Fläche am Mast 50 zur Baustelleneinrichtungsfläche für die HDD zu errichten. Der Schweißplatz kann ebenfalls über diese Baustraße erreicht werden.

Die Baustraßen werden auf landwirtschaftlichen Nutzflächen errichtet. Eine optimale Nutzung der Flächen ist nur dann möglich, wenn die Agrarökologie intakt ist. Dabei ist, für den Fall einer Befahrung mit Baumaschinen, vor allem eine übermäßig Verdichtung des Bodens eine Gefahr. Bei der Konstruktion der Baustraßen ist daher dafür Sorge zu tragen, dass es nicht zu Schadverdichtungen im Boden kommt. Bei den vorliegenden Bodenverhältnissen stellt die Grasnarbe häufig eine Versteifung dar, es wird daher empfohlen den Oberboden zu belassen und die Baustraße darauf zu errichten.

Die Baustraßen und die Baustelleneinrichtungsflächen liegen auf landwirtschaftlichen Nutzflächen. Im Moment liegen keine Unterlagen über Fremdleitungen in den fraglichen Bereichen vor. Daher wird davon ausgegangen, dass keine Fremdanlagen im Einflussbereich der Arbeiten liegen.

¹ Unter Vorbehalt der Ausführungen des nächsten Absatzes

3.1.2 Wiederherstellung der Oberflächen

Sollten während der Bauphase Oberflächen beschädigt werden, müssen diese nach Abschluss der Arbeiten wieder in den ursprünglichen Zustand zurückversetzt werden.

3.1.3 Landkabelverlegung im offenen Graben

Zur Verlegung von Landkabeln im offenen Graben wird ein separates Dokument als Anhang erstellt.

3.2 Gesteuerte Horizontalbohrung

3.2.1 Ausrüstung

Die Wahl der tatsächlich benötigten Ausrüstung wird vom Ausführenden während der Ausführungsplanung getroffen. Aufgrund der Länge der Bohrung von ca. 1300 Metern und dem Durchmesser des Rohres von ca. 500 mm werden für die Erstellung der Bohrung große Schubkräfte und Drehmomente erforderlich. Es wird daher davon ausgegangen, dass ein Bohrgerät mit einer möglichen Zugkraft von $\geq 2000 \text{ kN}^2$ eingesetzt werden muss. Schematisch kann von der folgenden, notwendigen Ausrüstung ausgegangen werden:

HDD-Rigsite

- Bohrgerät
- Steuereinrichtung
- Hochdruckpumpe
- Recyclinganlage
- Mischanlage
- Gestängelager
- Hebegerät
- Unterkunftscontainer
- Materialcontainer
- Spülungslager

HDD-Pipesite

- Hebegerät

² Die mögliche Zugkraft ist ein Indikator für die Leistungsfähigkeit der Geräte und dient zur Einteilung der Geräte. Ein Zusammenhang zwischen der möglichen Zugkraft des Gerätes und der erforderlichen Zugkraft für den Rohreinzug besteht nur bedingt.

- Gestängelager
- Ausrüstung für Rohreinzug
- Unterkunftscontainer
- Materialcontainer

Schweißplatz

- Rohrlager
- Rollenböcke
- Materialcontainer
- Schweißplatz

3.2.2 Toleranzen und Genauigkeiten

Die Bohrung findet im Bereich einer Hochwasserschutzanlage statt. Zudem werden drei Bohrungen in dichtem Abstand zueinander erstellt. Nach [1] ist in jedem Fall zu gewährleisten, dass Abweichungen von der Sollbohrlinie < 5% der Überdeckungshöhe betragen.

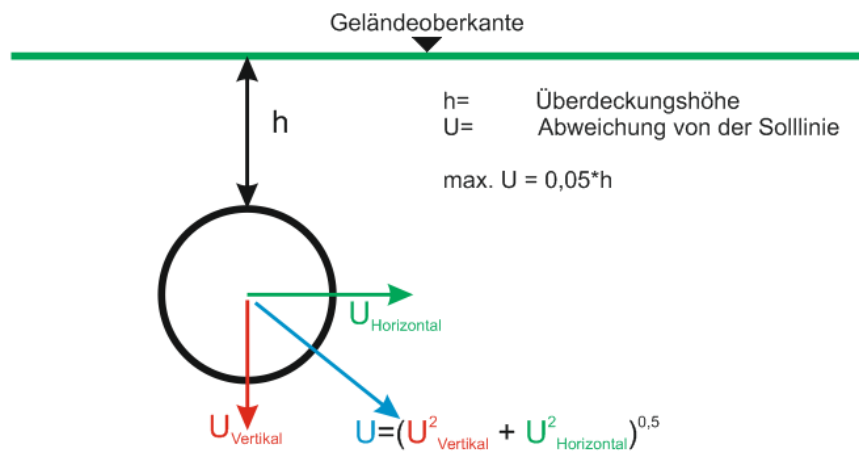


Abbildung 2: Abweichung von der Solllinie

3.2.3 Bohrrichtung

Die Bohrung muss zwingend vom geplanten Eintrittspunkt zum geplanten Austrittspunkt verlaufen. Die Bohrrichtung ist also, in grober Richtung, von Süd nach Nord vorgegeben. Gemäß der Spüldruckberechnung sind bei einer Umkehr der geplanten Bohrrichtung Spülsausrüstungen, im Bereich der Eider, zu erwarten.

3.2.4 Bohrspülung/Bohrklein

Zur Schonung der Ressourcen und zur Vermeidung von Transporten wird empfohlen, die verwendete Spülung einer Wiederaufbereitungsanlage zuzuführen. Dort wird das angelagerte Bohrklein von der Bohrspülung abgetrennt. Die Spülung wird erneut verwendet, das Bohrklein wird zunächst im Baustellenbereich zwischengelagert und anschließend fachgerecht verwertet bzw. entsorgt.

Während der Pilotbohrung fließt die Spülungsflüssigkeit im Bohrkanal zurück und kann direkt der Wiederaufbereitungsanlage zugeführt werden. Nachdem die Pilotbohrung fertig gestellt wurde kann die Spülungsflüssigkeit, die auf der Pipesite austritt, von einem Saugwagen aufgenommen werden und über die öffentlichen Straßen bzw. die Baustraßen zur Aufbereitungsanlage transportiert werden.

Nachdem die erste Bohrung fertig gestellt ist, kann der Transport der Bohrspülung von der Pipesite zur Wiederaufbereitungsanlage auch durch die bereits fertig gestellte Bohrung erfolgen. Die Nutzung der Leitung zur Spülungsrückführung wird empfohlen. Ob eine solche Nutzung sinnvoll ist muss vom Ausführenden während der Ausführungsplanung festgelegt werden. Zu beachten ist dabei, dass nach der Nutzung als Spülungsrückführleitung das Schutzrohr zu reinigen ist.

An beiden Enden des Bohrkanals müssen Spülungsgruben ausgehoben werden, dort kann die austretende Bohrspülung zunächst aufgefangen werden bevor sie zur Wiederaufbereitung geleitet wird.

3.2.5 Zugkräfte

Die Berechnung der Zugkräfte ergab bei der Annahme von gemittelten Parametern einen maximalen Wert von 194 kN. Dieser Wert basiert auf den folgenden Annahmen im Hinblick auf Reibung:

Rohr-Oberbogen	$\mu = 0,10[-]$
Rohr-Bohrspülung	0,00005 [N/mm ²]
Rohr-Boden	$\mu = 0,20[-]$

Die 194 kN sind mit mittleren Parametern errechnet und sollen mit einem Sicherheitsfaktor von $\geq 1,4$ multipliziert werden. Damit ergibt sich eine mindestens anzusetzende Zugkraft von $1,4 \cdot 194 \approx 272$ kN. An dieser Stelle sei noch einmal darauf verwiesen, dass die Wahl der Bohrgerätes aufgrund der erforderlichen Drehmomente und Vorschubkräfte erfolgt und nicht aufgrund der erforderlichen Zugkräfte.

3.2.6 Spülungsdruck

3.2.6.1 Spülungsdruckberechnung

Der maßgebende Spülungsdruck wird während der Pilotbohrung erwartet. Eine Berechnung ergab den folgenden Spülungsdruckverlauf:

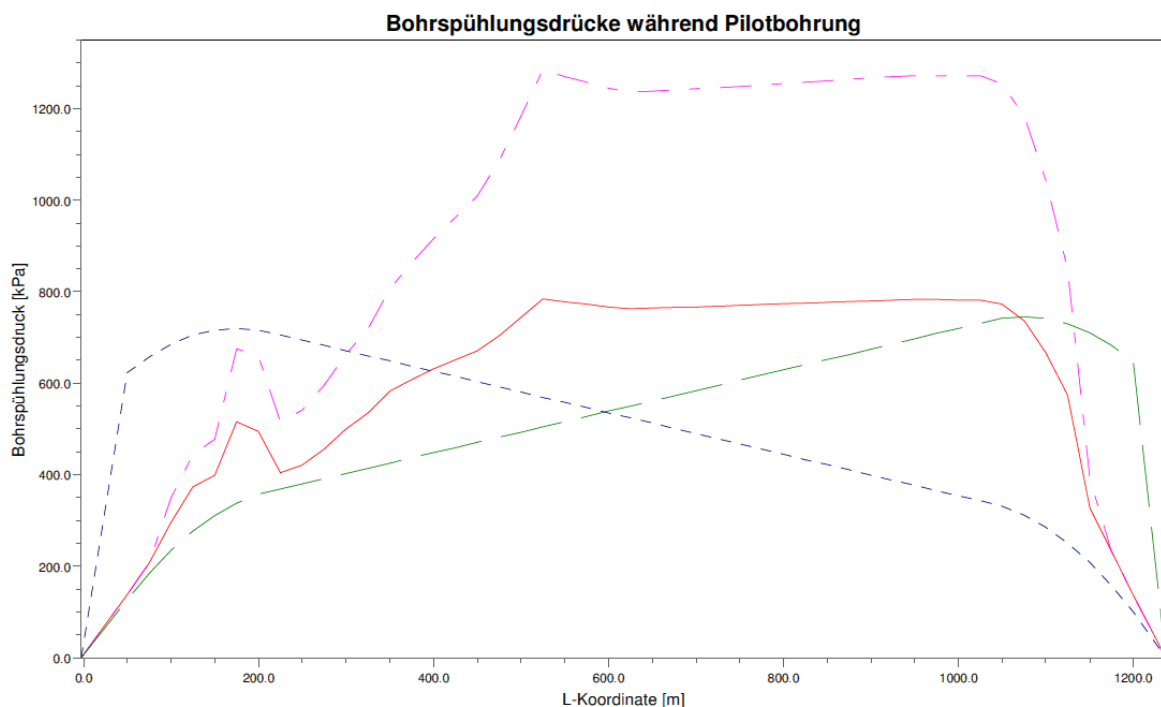


Abbildung 3: Spülungsdruckverlauf

Rote Linie	Zulässiger Spülungsdruck (Deformation Bohrlinie)
Grüne Strichlinie	Erf. Spülungsdruck (Bohrrichtung links nach rechts)
Lila Strichlinie	Erf. Spülungsdruck (Bohrrichtung rechts nach links)
Magenta Strichlinie	Zulässiger Spülungsdruck (Erdbewegung)

3.2.6.2 Verrohrung der Entwässerungsgräben

Im Bereich des Austrittspunktes überschreitet der notwendige Spülungsdruck den kritischen Wert (siehe dazu Abbildung 3). Dort ist grundsätzlich die Möglichkeit eines Ausbläses nicht auszuschließen. In diesem Bereich liegen zwei Entwässerungsgräben von unterschiedlicher Größe und Tiefe. Im Bereich der Grabensohle ist die Auflast aus Erddruck geringer, daher ist die Gefahr eines Ausbläses

dort besonders hoch. Als kompensierende Maßnahme wird empfohlen die beiden Gräben temporär zu verrohren.

Links und rechts der geplanten Querung wird das Rohr in bindigem Boden eingebettet. Der bindige Boden wird dabei von der Grabensohle bis zur Oberkante des umliegenden Geländes angehäuft. Durch die Einbettung des Rohres in den angehäuften bindigem Boden links und rechts des Rohres entsteht eine annähernd wasserdichte Wanne. Die Entwässerungsfunktion des Grabens wird durch die Verrohrung nicht maßgebend beeinflusst.

Sollte es an der Grabensohle zu einem Ausbläser kommen läuft die Bohrspülung in den Graben und wird in der annähernd wasserdichten Wanne eingeschlossen. So entsteht ein „natürliches“ Spülungsbecken, aus welchem die Bohrspülung problemlos abgepumpt werden kann.

3.2.7 Rohrbemessung

Die Bemessung des Rohrs erfolgt mit dem Programm MDrill nach NEN 3650-1. Die Berechnung kann in der Anlage 5.2 detailliert nachgeschlagen werden.

Die Ergebnisse der Lastfalluntersuchung sind in der folgenden Abbildung zusammengestellt:

	Max zulässige Spannung [N/mm ²]	Spannung Kombination 1A	Spannung Kombination 1B	Spannung Kombination 2	Spannung Kombination 3	Spannung Kombination 4
Sigma ptest	10.00 (kurz)	-	-	5.3	-	-
Sigma py	8.00 (lang)	-	-	4.1	-	-
Sigma axial	10.00 (kurz)	4.8	3.7	-	-	-
Sigma axial	8.00 (lang)	-	-	-	0.1	2.1
Sigma tang...	10.00 (kurz)	-	0.1	-	-	-
Sigma tang...	8.00 (lang)	-	-	-	1.5	5.1

Abbildung 4: Zusammenstellung der Ergebnisse

3.2.8 Ablauf der Bohrarbeiten

HDDs werden in drei Arbeitsschritten ausgeführt. Zunächst wird eine sogenannte Pilotbohrung durchgeführt, dann wird der Bohrkanal auf das erforderliche Maß aufgeweitet und im letzten Schritt wird das Rohr in den Bohrkanal eingezogen.

3.2.8.1 Pilotbohrung

Bei der Pilotbohrung wird entlang der geplanten Bohrlinie vom Eintrittspunkt zum Austrittspunkt gebohrt. Aufgrund der anstehenden Böden kann davon ausgegangen werden, dass eine Spülbohrung durchgeführt werden kann. Der Einsatz eines Mud-Motors wird nicht notwendig.

Zur Stabilisierung des Bohrkanals und Vermeidung des Ausknickens des Bohrstrangs in den oberen weichen Schichten während der Pilotbohrungen wird empfohlen, ein Casing-Rohr im Einfahrbereich der Bohrung zu installieren.

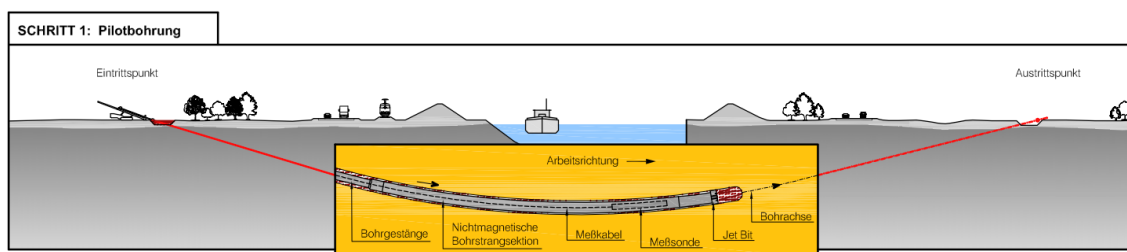


Abbildung 5: Pilotbohrung (Quelle: DCA)

3.2.8.2 Aufweitung

Nach dem Abschluss der Pilotbohrung muss das Bohrloch zunächst aufgeweitet werden, bevor der Rohrstrang eingezogen werden kann. Nach [1] sollte die Aufweitung maximal 20% größer sein als der Rohraußendurchmesser. Allerdings kann davon abgewichen werden, wenn ein Verdämmrohr mit eingezogen wird.

Um das Bohrloch aufzuweiten, wird an den, noch im Bohrloch befindlichen, Bohrstrang, an der Austrittsseite der Bohrung, ein Räumer montiert. Der Räumer wird fest mit dem Bohrstrang verbunden und dann drehend durch den Boden gezogen und erweitert dabei aufgrund seines größeren Außendurchmessers das Bohrloch auf den neuen Durchmesser.

Um das Bohrgut auszutragen wird während des gesamten Prozesses Bohrspülung durch den Bohrstrang gepumpt. Die Bohrspülung unterstützt das Aufweiten des Bohrloches und stützt die Bohrlochwandung.

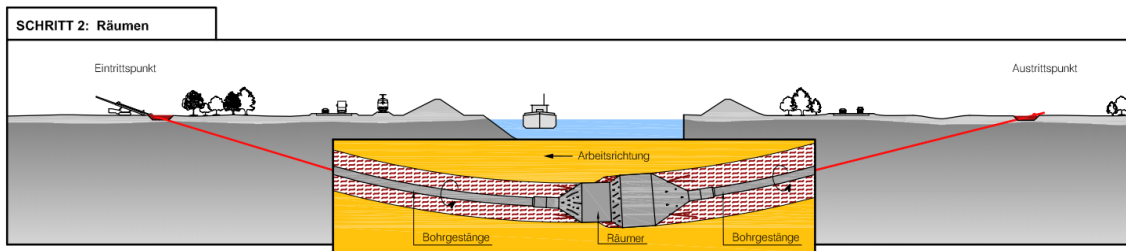


Abbildung 6: Aufweiten (Quelle: DCA)

3.2.8.3 Rohreinzug

Der letzte Arbeitsschritt ist der Einzug des Leerrohrs in die Bohrung. Zu beachten ist hier, dass ein zusätzliches Verdämmrohr für eine nachträgliche Ringraumverdämmung mit eingezogen werden muss, sollte der Querschnitt des Bohrkanals mehr als 20% größer sein als der Rohrquerschnitt. Alternativ dazu wird vorgeschlagen, den Ringraum bereits während des Rohreinzugs mit einer ansteifenden Bohrspülung zu verdämmen. Der Einzug eines zusätzlichen Verdämmrohrs kann dann entfallen.

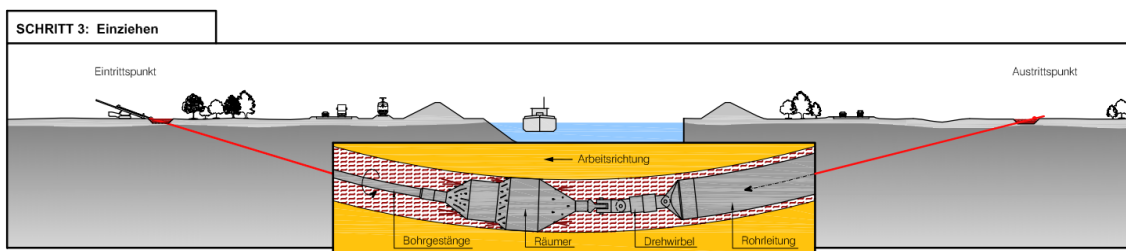


Abbildung 7: Rohreinzug (Quelle: DCA)

3.2.9 Bohrgeometrie

3.2.9.1 Bohrlinie

Die Bohrung tritt zunächst mit einem Winkel von 10° in das Erdreich ein. Sie geht dann tangential in einen Bogen mit einem Radius von 900 Metern über. In einer Tiefe von -21,50 Meter ü. NHN geht die Bohrlinie in einen Verlauf mit Radius = ∞ über. Vor dem Bohraustrittspunkt geht die Bohrung tangential in einen Bogen mit einem Radius von 700 Metern über. Der Austrittswinkel beträgt 12°.

3.2.9.2 Mindestradius

Mindestradius für PE-Rohre nach DVGW GW 321

$$\text{Bei } T = 0^\circ\text{C } R > d_n * 50$$

d_n Nennaussendurchmesser

$$R_{Min} = 0,45 * 50 = 22,50m$$

3.3 Rohrbauarbeiten

3.3.1 Rohrmaterial

Als Material für die Rohrstränge ist HDPE 100 vorgesehen. Das Material ist für die Herstellung der Bohrung geeignet und kann in Kombination mit dem gewählten Querschnitt die erforderlichen statischen Nachweise für die Bohrung erbringen (Siehe Anlage 02). Einflüsse aus dem Betrieb des Systems sind bei der Wahl des Materials nicht berücksichtigt worden.

Weitere mögliche Rohrmaterialien wären zum einen Stahl zum anderen der relative neu am Markt erhältliche Werkstoff Polypropylen für Hochspannungsanwendungen.

Bei der Verwendung eines Stahlrohrs sind die dort erforderlichen Mindestbiegeradien zu beachten, Einflüsse aus Temperatur oder anderen Betriebsereignissen des Systems wären dabei unbedenklich.

Die zweite Alternative Polypropylen für Hochspannungsanwendungen verfügt theoretisch über die notwendigen Eigenschaften um im HDD-Verfahren eingebaut zu werden. Das Material ist gegenüber Temperatureinflüssen deutlich weniger sensitiv als HDPE. Allerdings liegen zu diesem Material noch keine umfangreichen Erfahrungen für den Einbau mittels HDD-Verfahren vor.

Es wird an dieser Stelle empfohlen vor der endgültigen Wahl eines Materials eine umfassende Beurteilung aller tatsächlichen Einwirkungen auf das Rohr (Einbau und Betrieb der Leitung) vorzunehmen.

3.3.2 Ausfahren des Rohrstrangs

Der Rohrstrang wird vom Schweißplatz aus in nördlicher Richtung ausgefahren, dabei muss der Rohrstrang in einem Bogen ausgelegt werden, da in gerader Linie mehrere Hindernisse liegen. Der Rohrstrang soll auf Rollenböcken gelagert werden, welche lokal auf Baggermatten positioniert werden. Zwischen den einzelnen Rollenböcken sind keine Baggermatten vorgesehen, sofern die Bodenverhältnisse das Befahren der Oberfläche ohne weitere Vorkehrungen zulassen.

Der Rohrstrang wird am Ende von einem Hebegerät gezogen und auf den Rollböcken platziert. Um eine möglichst schonende Arbeitsweise zu gewähren sollte das Hebegerät mit einem Kettenfahrwerk ausgestattet sein.

3.3.3 Schweißen

Um den Einzug der Rohre in den Bohrkanal zu ermöglichen sind die Rohre durch Heizelementstumpfschweißen zu verschweißen. Um das Kabelbündel einzuziehen zu können müssen die Nahtstellen, nach dem Erstellen der Schweißnaht, von innen und außen sauber abgetragen (geschält) werden.

3.3.4 Druckprüfung

Nach Fertigstellung des Rohrstrangs muss dieser einer Druckprüfung unterzogen werden. Es wird empfohlen ein Druckmessverfahren mit Luft B3 in Anlehnung an DVGW G 469 zu verwenden. Der Druck ist durch ein entsprechendes Messgerät aufzuzeichnen. Die Dauer der Prüfung nach DVGW G 469 beträgt ca. 63 Stunden.

Da hier nicht die gleichen Anforderungen an die Dichtheit der Leitung gestellt werden müssen wie bei Druckleitungen wird eine Standzeit von 24 Stunden als ausreichend angesehen. Die Druckprüfung wird vor dem Einzug des Rohrs durchgeführt.

3.3.5 Kalibrierung

Nachdem der Rohrstrang in den Bohrkanal eingezogen worden, ist der Rohrstrang zu kalibrieren. Die Kalibrierung erfolgt mit 95% des Rohrinne Durchmesser.

3.4 Kabelzug

3.4.1 Querschnitt und Geometrie

Für die Planung des Kabelzugs wird von den folgenden Kabeldaten ausgegangen:

Kabeldurchmesser	<101mm
Kabelgewicht	<10,30kg/m

Es sollen jeweils 3 Adern in ein Schutzrohr eingezogen werden. Zusätzlich soll ein Leerrohr DA 50 mm eingezogen werden um ein LWL - Kabel einbauen zu können. Hier wird empfohlen zwei Leerrohre einzuziehen, um eine Redundanz zu erzeugen und zusätzliche Sicherheit gegen Fehlschläge beim Rohreinzug oder beim Einzug des LWL zu erzeugen.

Zum Einbau des LWL gibt es prinzipiell zwei Möglichkeiten:

1. Einbau des Leerrohrs direkt beim Kabeleinzug
2. Einzug des Leerrohrs nach dem Kabeleinzug

Die 2. Möglichkeit birgt ein großes Risiko für die eingezogenen Kabel, daher muss davon abgeraten werden. Die erste Variante hingegen birgt ein nicht unerhebliches Risiko für das Leerrohr, da die Kabel unter Umständen die Leerrohre beschädigen können.

Daher sollten entsprechende Schutzmaßnahmen für die Leerrohre getroffen werden. Diese könnten z.B. aus dem Einbau von Gleitkufen für Rohr(Kabel)- Bündel bestehen. Durch die Bündelung der Kabel und der Leerrohre wird die Quetschgefahr für das Leerrohr minimiert. Davon unbelastet bleibt die Empfehlung zwei Leerrohre mit einzuziehen, da hier mit geringem zeitlichem und finanziellem Aufwand ein erheblicher Mehrwert an Sicherheit erzeugt werden kann.

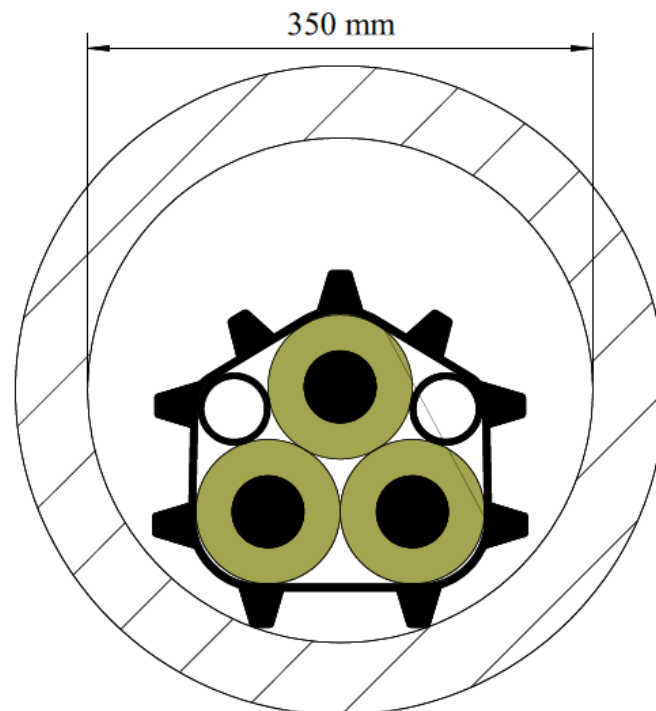


Abbildung 8: Schematischer Querschnitt beim Kabelzug

3.4.2 Vorbereitung des Kabelzugs

Vor dem Kabelzug muss das Rohr kalibriert werden (siehe dazu auch den Abschnitt 3.3.5). Damit ist sichergestellt, dass keine Beulen oder Schadstellen den Kabelzug behindern. Weiterhin muss das Schutzrohr dicht sein (Siehe auch Abschnitt 3.3.4) und darf keine inneren Wulste aufweisen (siehe auch Abschnitt 3.3.3).

Weiterhin darf das Schutzrohr keine Verunreinigungen aufweisen, um dies sicherzustellen wird dazu geraten eine Molchung durchzuführen um evtl. vorhandene Verunreinigungen auszutragen. Bei dem Molchlauf kann direkt ein Vorseil eingeblasen werden um das Windenseil in das Rohr einziehen zu können.

Auf der Zielseite muss eine Kabelzugwinde mit einer möglichen Zugkraft von ca. 200 kN installiert werden. Um die Zugkräfte auf die Kabel zu minimieren wird der Einsatz von Schubgeräten auf der Startseite empfohlen.

3.4.3 Kabelzug

Für die Durchführung des Kabelzuges wird folgendes Vorgehen empfohlen:

Die einzelnen Adern werden mit einem Drallfänger versehen, zusammengeführt und von einem einzigen Zugseil eingezogen. Die Gleitkufen müssen so gewählt werden, dass die Reibungskräfte und damit die Einzugskräfte möglichst minimiert werden.

Die beiden Leerrohre für das Lichtwelleiterkabel werden ebenfalls mittels Drallfängern mit dem Zugseil verbunden.

3.4.4 Zugkräfte

Die Kabelzugwinde muss so ausgestattet sein, dass die Zugkräfte aufgezeichnet, überwacht und dokumentiert werden können. Zu beachten ist, dass beim Einsatz von Schubgeräten die Zugkräfte nur an der Winde aufgezeichnet werden können. Da die Kabel zudem mit nur einer Winde eingezogen werden ist die abgelesene Zugkraft an der Winde entsprechend höher als die tatsächlich am Kabel wirkende Zugkraft (1/3 je Kabel).

Die Bohrung weist keine horizontalen Bögen auf und in vertikaler Richtung sind die verwendeten Radien relativ groß. Daher wird davon ausgegangen, dass sich die Zugkräfte von der Winde gleichmäßig auf die einzelnen Phasen verteilen.

3.4.5 Einzug Leerrohr für LWL-Kabel

Für den Einzug von LWL-Kabel ist mindestens ein Leerrohr mit dem Kabelbündel einzuziehen. Als Rohrquerschnitt wird ein 50er SDR 11 aus HDPE empfohlen. Das Rohr wird zusammen mit den 3 Kabeln als Bündel eingezogen.

Um eine Redundanz zu erzeugen wird empfohlen zwei Leerrohre mit einzuziehen. Das zweite Leerrohr steht im Zweifel für weitere LWL-Kabel oder auch andere Nachrichtenkabel o.Ä. zur Verfügung.

4 Emissionen, Immissionen und Entsorgung

Für die Erstellung der Bohrungen ist der Einsatz von schweren Baumaschinen, Schwertransporten und Stromerzeugern unumgänglich. Durch den Einsatz der Geräte werden verschiedene Arten von Emissionen erzeugt, welche hier kurz dargestellt werden.

Bei der Bohrung selbst wird Bohrspülung in den Boden eingebracht und dadurch der Boden als Bohrklein gefördert. Zudem ist es nach [1] notwendig den Ringraum mit einer ansteifenden Bohrspülung zu verdämmen, dadurch wird der Eintrag dieser Bohrspülung in das Erdreich notwendig.

4.1 Schall

Die Schallemissionen werden in einem separaten Dokument betrachtet.

4.2 Entsorgung

Quelle	Stoff	Menge (geschätzt)
Baustellenbetrieb	Hausmüll	In üblicher Menge
Bohrung	Bohrklein	$= 3 * 1300m * \frac{(1,5 * 0,45m)^2 * \pi}{4} = 445m^3$
Bohrung	Bohrspülung	$= 3 * 1300m * \frac{0,45^2 * \pi}{4} = 200m^3$

4.3 Wasserbedarf

Für die Erstellung der Bohrung werden ca. $10 * 1300m * \frac{(1,5 * 0,45m)^2 * \pi}{4} = 1500m^3$ Wasser benötigt.

4.4 Immissionen

Um die Anforderungen von [1] zu erfüllen ist der Eintrag einer ansteifenden Bohrspülung (z.B. DrillMix) erforderlich. Es wird in etwa eine Menge von $3 * 1300m * \left(\frac{0,68^2 * \pi}{4} - \frac{0,45^2 * \pi}{4} \right) \sim 800 m^3$ anfallen. Ob die gesamte Menge notwendig ist, oder ob eine Teilverdämmung der ersten 150-250 Meter, von beiden Seiten, ausreicht muss mit den zuständigen Behörden abgeklärt werden.

5 Begriffe und Abkürzungen

Begriff	Definition
HDPE	Polyethylen mit hoher Dichte (High Density Poly-Ethylene)
Rigsite	Die Seite der Bohrung auf der das Bohrgerät positioniert wird
Pipesite	Die Seite der Bohrung auf der das Rohr gefertigt wird
Rig	Bohrgerät für gesteuerte Horizontalbohrungen
HDD	Gesteuerte Horizontalbohrung (Horizontal Directional Drilling)
h	Überdeckung über der Bohrung
GOK	Geländeoberkante
μ	Reibungsfaktor [Dimensionslos]
PE	Polyethylen
DVGW	Deutscher Verein für Gas und Wasserfachliches
DA	Außendurchmesser
SDR	Standardverhältnis zwischen Außendurchmesser und Wandstärke (Standard Dimension Ratio)
LWL	Lichtwellenleiter
DCA	Der Verband Güteschutz Horizontalbohrungen e.V.
NEN	Niederländische Normung (Normalisatie en normen)
Casing-Rohr	Schutzverrohrung im Eintrittsbereich der Bohrung
Ausbläser	Nicht kontrollierter Austritt von Bohrspülung aufgrund zu großem Spülungsdruck

6 Normen und Vorschriften

- [1] Empfehlungen für Verlegung und Betrieb von Leitungen im Bereich von Hochwasserschutzanlagen
- [2] DCA-Technische Richtlinien, 3.Ausgabe vom Mai 2007
- [3] NEN 3650-1
- [4] DVGW GW 321 Steuerbare horizontale Spülbohrverfahren für Gas- und Wasserrohrleitungen – Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung
- [5] DVGW G 469 Druckprüfung von Gasleitungen

7 Anlagen

7.1 A01-Bohrlinie

7.2 A02-Zugkraft-Spülungsdruckberechnung, Rohrbemessung

7.3 A03-Baustelleneinrichtungspläne und Flächenbedarf

A03-1 BE-Plan Rigsite

A03-2 BE-Plan Pipesite

7.4 A04-Bauzeitenplan

7.5 A05-Beschreibung Landkabel

7.6 A06-Baugruben Landkabel