RAMBØLL
ARUP
TEC

FESTE
FEHMARNBELTQUERUNG –
TUNNELPLANUNG

S. 1-13

TECHNISCHE MITTEILUNG Nachrichtlich

Thema	**Beeinträchtigung des Meeresbodens durch Schiffsanker**
Bereich	**Offshore-Arbeiten**
ATR-Nr.	**RAT77-JAN-540**
TN-Nr.	**RAT 542-367-7**
An:	**Jørgen Andersen**
Von:	**Bert van den Berg, Gertjan Schaap**
Verteiler:	**KSA, CIV, LBI, SKP, BIE**
Anhänge	**A. Beeinträchtigung des Meeresbodens**
	B. Ankereigenschaften
	C. Offshore-Arbeitsbereiche
	D. Bauarbeiten: Nassbaggern, Absenken (der Tunnelelemente), Verfüllen des Grabens

Datum 2015-04-29

Ramboll-Arup-TEC JV
C/o Rambøll Danmark A/S
Hannemanns Allé 53
DK-2300 Kopenhagen S
Dänemark

Tel.: +45 5161 1000
Fax: +45 5161 1001
www.ramboll.com

Erstellt von	BVDB/GJAS
Geprüft von	GJAS/HIL
Genehmigt von	SKP

Inhalt

1. Einleitung
2. Ankern
3. Beeinträchtigung des Meeresbodens
4. Offshore-Bauarbeiten
5. Ergebnisse
6. Literaturverzeichnis

1. Einleitung

Beim Bau des Fehmarnbelt-Tunnels werden besondere Offshore-Baumaschinen eingesetzt, darunter Nassbaggergerät und Pontons zum Einbringen der Fundamentschichten, zum Absenken der Tunnelelemente und zum Positionieren des Kolkschutzes. Während des Arbeitsbetriebs müssen diese Baumaschinen in einer festen Position verbleiben. Zu diesem Zweck kommen Anker und Stelzen zum Einsatz; siehe nachstehende Abbildung.
Im Rahmen dieser Technischen Mitteilung wird eine Einschätzung darüber vorgenommen, in welchem Ausmaß der Meeresboden durch Ankervorgänge im Zuge der Offshore-Arbeiten beeinträchtigt wird.

Abbildung 1-1: Tieflöffelbagger mit Stelzen

Ramboll-Arup-TEC JV
C/o Rambøll Danmark A/S
Dän. Reg.-Nr. 35128417

2. Ankern

2.1 Anker

Wenn Offshore-Baumaschinen von einer festen Position aus arbeiten müssen, kommen zumeist Anker zum Einsatz. Die Pontons sind mit Winden für die Ankertrossen ausgestattet. Die Verwendung von Ankern ist relativ unkompliziert und erlaubt hohe Flexibilität im Hinblick auf Positionsänderungen während der Arbeit.
Für Anker gelten keine Tiefenbeschränkungen, was im Hinblick auf die geplanten Arbeiten einen Vorteil darstellt. Andererseits können die Arbeitsmaschinen wegen der Elastizität des Systems ihre Position nicht ganz so genau halten. Besonders beim Baggern in harten Böden, wie z. B. Geschiebemergel, und bei kleinen Toleranzen ist der Einsatz von Ankern weniger vorteilhaft. Zudem können die Ankertrossen ein Hindernis darstellen, z. B. beim Bewegen des Baggerauslegers oder beim Festmachen von Lastkähnen.

2.2 Stelzen

Stelzen sind in den Rumpf des Baggerschiffs oder Arbeitspontons integriert und werden auf den Meeresboden abgesenkt, wenn die Maschine ihre Arbeitsposition erreicht hat. Bei Baggertypen wie Tieflöffelbagger oder Greifbagger werden die Stelzen in den Meeresboden gerammt, um horizontale Kräfte, die durch Baggerbewegungen oder die Meeresströmung entstehen, abzuleiten. Stelzen erlauben größere Spitzenbelastungen beim Aufbrechen von hartem Bodenmaterial und ermöglichen zugleich die Einhaltung enger Toleranzen. Zu den Nachteilen von Stelzen zählen die begrenzte Einsatztiefe und der höhere Zeitaufwand beim Ändern der Arbeitsposition.

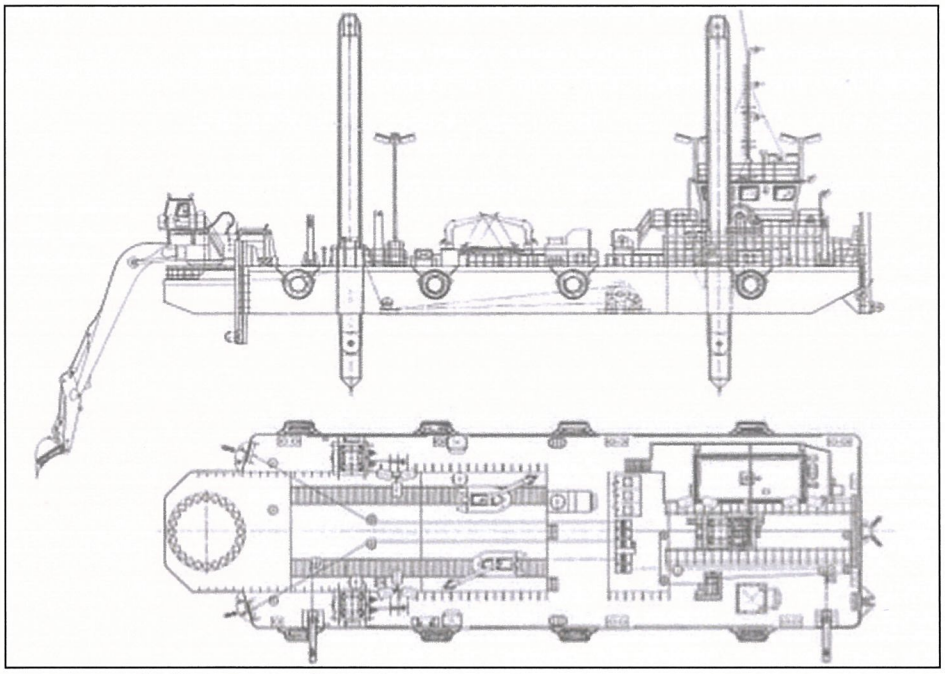


Abb. 2-1: Tieflöffelbagger, schematische Darstellung

In der obigen Abbildung 2-1 ist ein Tieflöffelbagger mit drei Stelzen dargestellt. Der Schwimmponton verfügt zusätzlich über vier Anker, die dort zum Einsatz kommen, wo die Pfähle nicht genutzt werden können. Durch Führungsrohre an der Backbord- und Steuerbordseite läuft je eine Ankertrosse; zwei weitere laufen durch ein gemeinsames Führungsrohr am Heck. An den Ein- und Ausgängen der Führungsrohre befinden sich

Laufrollen für die Ankertrossen. Das untere Ende der Führungsrohre liegt so tief unterhalb des Pontons, dass Lastkähne problemlos längsseits festmachen können.

2.3 Arbeitsverfahren und Einschränkungen

Die Arbeitstiefe von Löffel- und Greifbaggern auf Stelzenpontons ist auf etwa 20–25 m begrenzt. Zum Verändern der Position der Maschine wird zumeist die hintere Stelze – der so genannte Arbeitspfahl – über einen Hydraulikzylinder geschwenkt bzw. ausgefahren. So können Rückwärtsbewegungen von etwa 5 m ausgeführt werden, wobei alle drei Stelzen eingefahren und an der neuen Position wieder ausgefahren werden. Beim Anheben der beiden vorderen Stelzen wird der Bagger durch den hinteren Arbeitspfahl und den Baggerarm in Position gehalten.

Der Arbeitsradius eines Schwimmbaggers hängt von der Länge des Baggerarms, dem Gewicht des Löffels und der Arbeitstiefe ab. Tieflöffelbagger haben standardmäßig einen Arbeitsradius von etwa 12 m; Greifbagger haben eine größere Reichweite, die in einem Arbeitsradius von etwa 25 m resultiert.
Nachdem der Bagger eine bestimmte Strecke rückwärts baggernd zurückgelegt hat, wird er parallel versetzt und hebt den nächsten, gleichlangen Abschnitt aus, bis der Graben die vorgesehene Breite erreicht hat.

Durch dieses Verfahren kommt der Bagger nur dort in Berührung mit dem Meeresboden, wo der Graben noch ausgehoben werden muss. Unter normalen Bedingungen tritt also außerhalb der Grenzen des späteren Bauwerks keinerlei Beeinträchtigung des Meeresbodens ein.

Da der Umweltschutz und die Sicherheit des Schiffsverkehrs teilweise sehr kleine Arbeitsbereiche erfordern, müssen die Bagger teils im rechten Winkel zur Mittellinie des Tunnelgrabens arbeiten. In diesem Fall beginnt der Bagger seine Arbeit direkt über dem Graben, verlässt diesen aber, indem er mit dem Arbeitspfahl am Heck die gegenüberliegende Grabenböschung überschreitet.

Bei Lolland werden in einer Entfernung von 2 bis 6 km von der Küste Tieflöffelbagger zum Abtragen des harten Bodenmaterials oberhalb von -20 m eingesetzt. In flacheren küstennahen Gewässern können alle Baggerarbeiten innerhalb der späteren bebauten Zone erfolgen. Bei Fehmarn und in weichen Bodenbereichen können alternativ Greifbagger eingesetzt werden.

In tieferen Gewässern und für den tief liegenden Abschnitt des Tunnelgrabens werden anstelle von Tieflöffelbaggern Greifbagger eingesetzt, die mit Ankern gesichert werden. Hartes Bodenmaterial in tiefer liegenden Bereichen wird vor dem Aushub aufgelockert. Das hierfür erforderliche Gerät (TSHD - Trailing Suction Hopper Dredger) benötigt vor Ort keine Anker.

Die Pontons, die für Maschinen zum Ebnen des Tunnelgrabenbodens und zum Einbringen des Kiesbetts zum Einsatz kommen, werden direkt über dem Tunnelgraben platziert. Aufgrund der Tiefe des Grabens erscheint es realistisch, davon auszugehen, dass die Pontons für diese Arbeiten durch Anker gesichert werden.
Auch das spätere Absenken der Tunnelelemente erfolgt mithilfe von speziellen Pontons, die ausschließlich Anker verwenden.

Ankertyp und Zugwiderstand hängen jeweils von der Struktur des Meeresbodens, den Strömungsbedingungen und der Arbeitsweise des Baggers ab. Für dieses Projekt wird davon ausgegangen, dass im Geschiebemergel vor Lolland Anker für steinige Untergründe und in den weicheren Böden vor Fehmarn Delta-Anker zum Einsatz kommen; siehe Abbildung 2.2 und 2-3.

Abb. 2-2: Delta-Anker

Abb. 2-3: Stevshark-Anker für steinige Böden

Der Ankervorgang läuft im Allgemeinen wie folgt ab:

- Der Bagger bzw. Ponton wird an seine Arbeitsposition geschleppt und lässt dort an der entgegen der Strömung gelegenen vorgesehenen Stelle einen der Heckanker fallen.
- Dann wird der Bagger auf die endgültige Arbeitsposition bugsiert, wobei die Ankertrosse nachgegeben wird.
- Ein Ankerziehschlepper bringt nacheinander die restlichen drei Anker auf die vorgesehenen Positionen aus und lässt sie dort fallen.
- Die Winden des Baggers ziehen eine Ankertrosse nach der anderen ein; dabei graben sich die Anker in den Boden ein, bis sie dort festsitzen und die Trossen straff genug sind; siehe Abb. 2-4.
- Wenn der Bagger mit dem Arbeiten auf einer bestimmten Position fertig ist, werden die Anker einzeln nacheinander versetzt. Der Schlepper hievt einen Anker über eine separate Leine ein, fährt auf die neue Position und lässt den Anker dort fallen. Wenn der Anker fest im Boden sitzt, wird der nächste Anker versetzt.
- Für das Absenken der Tunnelelemente wird die erforderliche Anzahl Anker bereits im Vorweg durch einen Ankerziehschlepper ausgebracht, der für den festen Sitz der Anker im Meeresboden sorgt. Die Ankertrossen werden jeweils an einer Boje befestigt. Bei Ankunft des schwimmenden Tunnelelements werden die Trossen am Element bzw. an den Absenkpontons mit den Ankertrossen verbunden, und die Haltekraft wird überprüft.

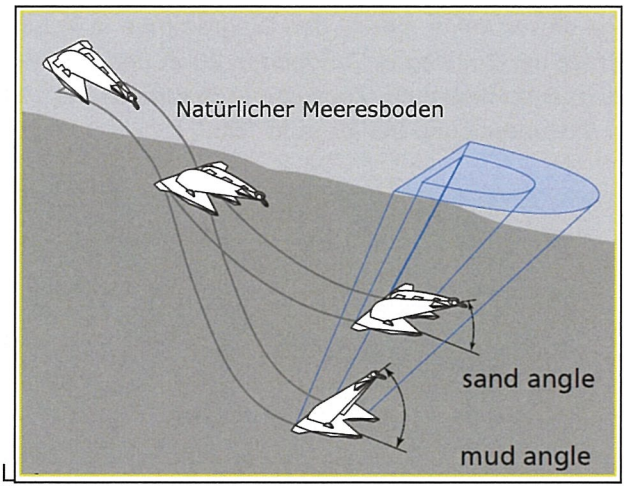


Abb. 2-4: Eindringen des Ankers in den Meeresboden

Abb. 2-4	
Englisch	**Deutsch**
sand angle	Winkel in Sand
mud angle	Winkel in Schlamm

3. Beeinträchtigung des Meeresbodens

3.1 Auswirkungen von Stelzen

Der Einsatz von Stelzen wird im Rahmen dieses Projekts gering sein. Eine Beeinträchtigung des Meeresbodens wird vor allem dort stattfinden, wo dieser abgetragen werden muss. Nur vor Lolland, in einem Abstand von 2 km bis 6 km von der Küste, also nicht in deutschen Gewässern, kann der Einsatz von Hydraulikbaggern zu Beeinträchtigungen des Meeresbodens unmittelbar außerhalb des Tunnelgrabens führen. Dieser Streifen hat eine Breite, die der Länge der Pontons entspricht, die rund 50 m betragen wird.

Die Stelzen von schweren Tieflöffel- und Greifbaggern haben eine Standfläche von etwa 2 m × 2 m und werden daher den Meeresboden auf einer Fläche von 4 m × 4 m = 16 m^2 beeinträchtigen. Da es 10 Schritte von je 5 m erfordert, um den Ponton aus der Baggerzone zu bewegen, und das Baggern auf je 12 m breiten Abschnitten erfolgt, wird der Arbeitspfahl eine Fläche von 160 m^2 innerhalb einer Zone von 600 m^2 beeinträchtigen, die innerhalb des 50 m breiten Streifens liegt. Der Abdruck der beiden vorderen Stelzen am Rand des Tunnelgrabens wird nicht berücksichtigt, denn dieser liegt innerhalb der dauerhaften Flächeninanspruchnahme.

3.2 Auswirkungen von Ankern

Für die schweren Tieflöffel- und Greifbagger werden Anker mit einer Haltekraft von mindestens 50 t benötigt. Hierfür sind Anker vom Typ Stevin Mk3 geeignet, die ein Gewicht von 3 t, eine Länge von 3,5 m und eine Breite von 3,9 m haben. Auf der entscheidenden strömungsseitigen Position kann sogar ein Anker von 5 t Gewicht mit den Abmessungen 4,1 m × 4,5 m erforderlich sein.

Die Zugwege dieser Anker sind in den Diagrammen in Anhang B dargestellt. Bei voller Zuglast beträgt der Zugweg in Sandböden 20 m und in Tonböden 35 m. Unter normalen Arbeitsbedingungen liegen die Zugwege in der Praxis bei 10 bis 15 m in Sand (siehe Abb. 3-1 unten) und bei 20 m in Ton.

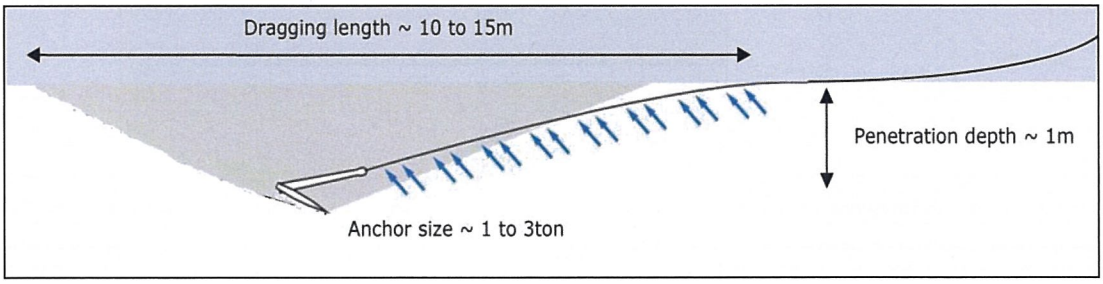


Abb. 3-1: Ankergewicht und Abmessungen

Abb. 3-1	
Englisch	**Deutsch**
Dragging length	Zugweg
Penetration depth	Eindringtiefe
Anchor size	Ankergewicht

Wenn man hier für das gesamte Projekt einen Durchschnittswert ansetzt und die Ankerbreite von knapp 4 m berücksichtigt, wird durch jeden gesetzten Anker eine Meeresbodenfläche von 65 m^2 beeinträchtigt. Bei einem Zuschlag von 50 % für fehlgeschlagene Versuche und Beeinträchtigungen durch die Ankertrosse, beträgt diese Fläche 100 m^2.
Der Tunnelgraben hat eine durchschnittliche Breite von ca. 100 m. Wenn im rechten Winkel zur Mittellinie des Grabens gearbeitet wird, ist es möglich, die gesamte Breite mit einer einzigen Ankerposition abzudecken. Seitlich kann in etwa der gleiche Arbeitsradius abgedeckt werden; es wird angenommen, dass die Greifbagger von einer Ankerposition aus vier parallele Einschnitte von je 25 m machen können. Bei vier Ankern je Bagger wird der Meeresboden auf einer Fläche von 400 m^2 je 100 m ausgehobenem Tunnelgraben beeinträchtigt.
Darüber hinaus wird angenommen, dass in jedem Abschnitt, in dem ein Ankern erforderlich ist, durchschnittlich zwei Arbeitsgänge erfolgen werden, bei denen unterschiedliche Maschinen zu Einsatz kommen.

4. Offshore-Bauarbeiten

4.1 Gerät

Das für die einzelnen Arbeitsschritte verwendete Gerät ist in den Anhängen C und D aufgeführt. Folgende Tätigkeiten wurden festgelegt:

1. Ausheben des Tunnelgrabens; Darstellung mit Stelzen
2. Ausbringen von Ankern für das Absenken von Tunnelelementen
3. Schleppen der Tunnelelemente an die Warteposition
4. Planieren des Tunnelgrabens und Einbringen des Kiesbetts

5. Ziehen des Tunnelelements auf Absenkposition mit Seilwinden
6. Verbinden der Anker während der Vorbereitungen zum Absenken
7. Absenken und Anschließen des Tunnelelements an den Tunnel
8. Einbringen der Haltefüllung mit einem Greifbagger, gesichert durch Anker oder Stelzen; Darstellung in Anhang D, Stufe 8 auf Pfählen
9. Einbringen der Hinterfüllung durch Laderaumsaugbagger (ohne Darstellung) und Aufbringen der Schutzschicht durch SSDV

Um die maximalen Auswirkungen dieser Tätigkeiten realistisch einschätzen zu können, werden außerdem folgende Annahmen zugrunde gelegt:

- Beim Ausheben des Tunnelgrabens werden stets Anker verwendet, außer in den küstennahen Bereichen, die für Stelzen geeignet sind.
- Die Bagger arbeiten mit vier Ankern von je 3 t Gewicht.
- In den küstennahen Bereichen erfolgt das Baggern auf Stelzen innerhalb der Bebauungsgrenze.
- Das Ausheben von Geschiebemergel bei Lolland in einem Bereich von 2 bis 6 km von der Küste (d. h. außerhalb des deutschen Planfeststellungsbereichs) erfolgt bis zu einer Tiefe von 20 m mit Tieflöffelbaggern auf Stelzen, bei größeren Tiefen mit Greifbaggern, die mit Ankern gesichert werden.
- Ein Viertel der Steinschuten, die das Kiesbett einbringen sollen, gehen während der Bereitstellung vor Anker; es werden 550 Fuhren mit insgesamt 1,1 Mt Kies erwartet.
- Für das Bereitstellen (Wartezone) und das Absenken der Tunnelelemente werden unterschiedliche Anker verwendet; je Element kommen insgesamt 12 Anker von je 3 bis 5 t Gewicht zum Einsatz.
- Einmal gesetzte Anker können nicht für das nächste Element verwendet werden, da sie in einer bestimmten Position und Richtung im Boden sitzen, die für das nachfolgende Element nicht geeignet ist.
- Das Einbringen der Haltefüllung erfolgt unter Verwendung von Ankern oder Stelzen. In Anhang A wird nur der ungünstigere Fall betrachtet, dass die Haltefüllung ausschließlich unter Verwendung von Ankern eingebracht wird.
- Die Laderaumsaugbagger (TSHD) und die selbstentladenden Steinschuten (SSDV) werden über ein dynamisches Positionierungssystem gelenkt und benötigen keine Anker vor Ort; die SSDV bringen etwa 3 Mt Material in drei Schichten in Abschnitten von je 30 m Länge ein.
- Die Steinschuten müssen sich vor dem Entladen bereithalten (Stand-by). Etwa ein Viertel der Schuten muss dabei Ankern. In Anhang A wird der ungünstige Fall betrachtet, dass anstelle der selbstentladenden Steinschuten (DP-Schiffe) Greifbagger für das Einbringen der Schutzschicht verwendet werden.
- Lastkähne für den Abtransport des Aushubmaterials, Wachschiffe, Vermessungsschiffe, Mehrzweck-Arbeitsschiffe und Schlepper werden stets an den Baggern festmachen und nicht eigenständig ankern.

4.2 Arbeitsbereiche

Die Offshore-Arbeiten finden nur in den ausgewiesenen Arbeitsbereichen statt. Deren Standardbreite beträgt einschließlich des Tunnelgrabens 930 m (0,50 sm). Angesichts der durchschnittlichen Tunnelgrabenbreite von 100 m ist der Bereich, in dem geankert werden darf, effektiv 830 m breit. Eine Darstellung der Arbeitsbereiche ist in Anlage 27 enthalten.

In der T-Route im Fehmarnbelt, in der jeweils nur kürzere Abschnitte der Linienführung als Arbeitsbereiche genutzt werden können, wird die Breite auf 1.242 m einschließlich Tunnelgraben erweitert. So ist ausreichend Platz für die Bauarbeiten und für das Bereitstellen von Tunnelelementen und weiterem Arbeitsgerät vorhanden.

Die Offshore-Arbeitsbereiche sind in Anhang C dargestellt. Sämtliche Arbeitsbereiche befinden sich innerhalb der Ankerzone, wie sie in den deutschen Planfeststellungsunterlagen festgelegt ist.
Vor dem Absenkvorgang werden die gefertigten Elemente auf einer Bereitstellungsfläche (Wartezone) außerhalb des Projektgebietes (Eingriffsgrenze und Grenze der baubedingten Flächeninanspruchnahme) vorgehalten (s. Anlage 27.2 der Planfeststellungsunterlagen, Blatt 4, rote Flächen). Je nach Produktions- und Absenkfortschritt werden max. 4 Elemente mit je 4 Ankern je Fläche bereitgestellt. Da diese Anker über den gesamten Projektablauf wiederholt genutzt werden können, beschränkt sich die beeinträchtigte Fläche auf 3.200 m². Der Vollständigkeit halber wird diese Fläche in die Tabelle mit aufgenommen.

5. Ergebnisse

Die Gesamtfläche des Meeresbodens, die für das Ankern zugelassen ist und daher Beeinträchtigungen ausgesetzt sein kann, beträgt 20 km² außerhalb des eigentlichen Tunnelgrabens.

Wie in Anhang A dargestellt, beträgt die Oberfläche des Meeresbodens, die durch Ankervorgänge beeinträchtigt wird, maximal rund 0,5 km², d. h. die beeinträchtigte Fläche beläuft sich auf ca. 2,4 % der gesamten Ankerzone.

Aufgrund der großen Arbeitstiefe, der unterschiedlichen Bodenarten und der allgemeinen Voraussetzung, dass aus Sicherheits- und Qualitätsgründen ausschließlich bewährte Verfahren verwendet werden dürfen, ist es nicht sehr wahrscheinlich, dass die Bauunternehmer Methoden vorschlagen werden, die deutlich von den hier vorausgesetzten Annahmen abweichen.

6. Schlussfolgerungen

Der beeinträchtigte Bereich wird als Prozentsatz des tatsächlich beeinträchtigten Bereichs geteilt durch den verfügbaren Gesamtbereich zum Ankern definiert und ermittelt. Daraus ergibt sich ein beeinträchtigter Bereich von < 2,5 %, das entspricht im Bereich des deutschen Küstenmeers und der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone einer Fläche von ca. 250.000 m² bzw. 25 ha (in Tabelle Anhang A werden die Flächen über die Gesamtfläche von Küste zu Küste mit angegeben).

7. Literaturverzeichnis

[Ref 1]. RAT 542-201-3 CD Description of the offshore construction activities (dt. Beschreibung der Offshore-Bauarbeiten);
[Ref 2]. Vryhof Anchor Manual, Niederlande 2005;
[Ref 3]. Anlage 27.2 der Planfeststellungsunterlagen, Blatt 1 und 2;

Anhang A – Beeinträchtigter Meeresboden

Arbeitsvorgänge	Gerät	Länge [m]	Abschnitt [m]	Positionen [Anz.]	Anker/Stelzen [Anz./Ponton]	Beeinträchtigter Meeresboden per Anker/ Stelze [m²]	Beeinträchtigter Meeresboden gesamt [m²]
Nassbaggerung							
Küstennah (aber innerhalb des Grabens)	Tieflöffelbagger (Stelzen)	3.000		-	3	16	-
Mittlere Tiefen	Tieflöffelbagger (Stelzen)	4.000	12	3.333	1	16	53.333
Obere Schicht	Greifbagger	10.600	100	106	4	100	42.400
Tiefere Schicht	Greifbagger	14.600	100	146	4	100	58.400
Bojen um die Arbeitsbereiche				804	1	4	3.216
Tunnel							
Kiesbett	Arbeitsponton	17.600	100	176	5	100	88.000
	Steinschuten			138	1	60	8.280
Absenkvorgang	2 Pontons			89	12	100	106.800
Haltefüllung	Greifbagger	17.600	100	176	4	100	70.400
allg. Hinterfüllung	Laderaumsaugbagger (TSHD)	16.730		-	-	0	-
Schutzschicht	dp Schiff (selber Position haltend)	17.600	30	1.760	-	100	-
	Greifbagger	17.600	200	88	4	100	35.200
Bereitstellungsfläche außerhalb der Eingriffsfläche	Tunnelelemente			8	4	100	3.200
Reserve 5%							23.000
Beeinträchtigte Fläche insgesamt							**492.229**
Ankerfläche (" 2,5% Nutzung")	innerhalb der T-Route	4.050	1.243				5.034.150
	außerhalb der T-Route	13.550	1.243				16.842.650
Grabenfläche		17.600	100				-1.760.000
Ankerfläche gesamt							**20.116.800**

Relative Beeinträchtigung: 492.229 m² / 20.116.800 m² = 2,4 % < 2,5 %

Anhang B – Eigenschaften der Anker, auf der Grundlage von [Ref 2]

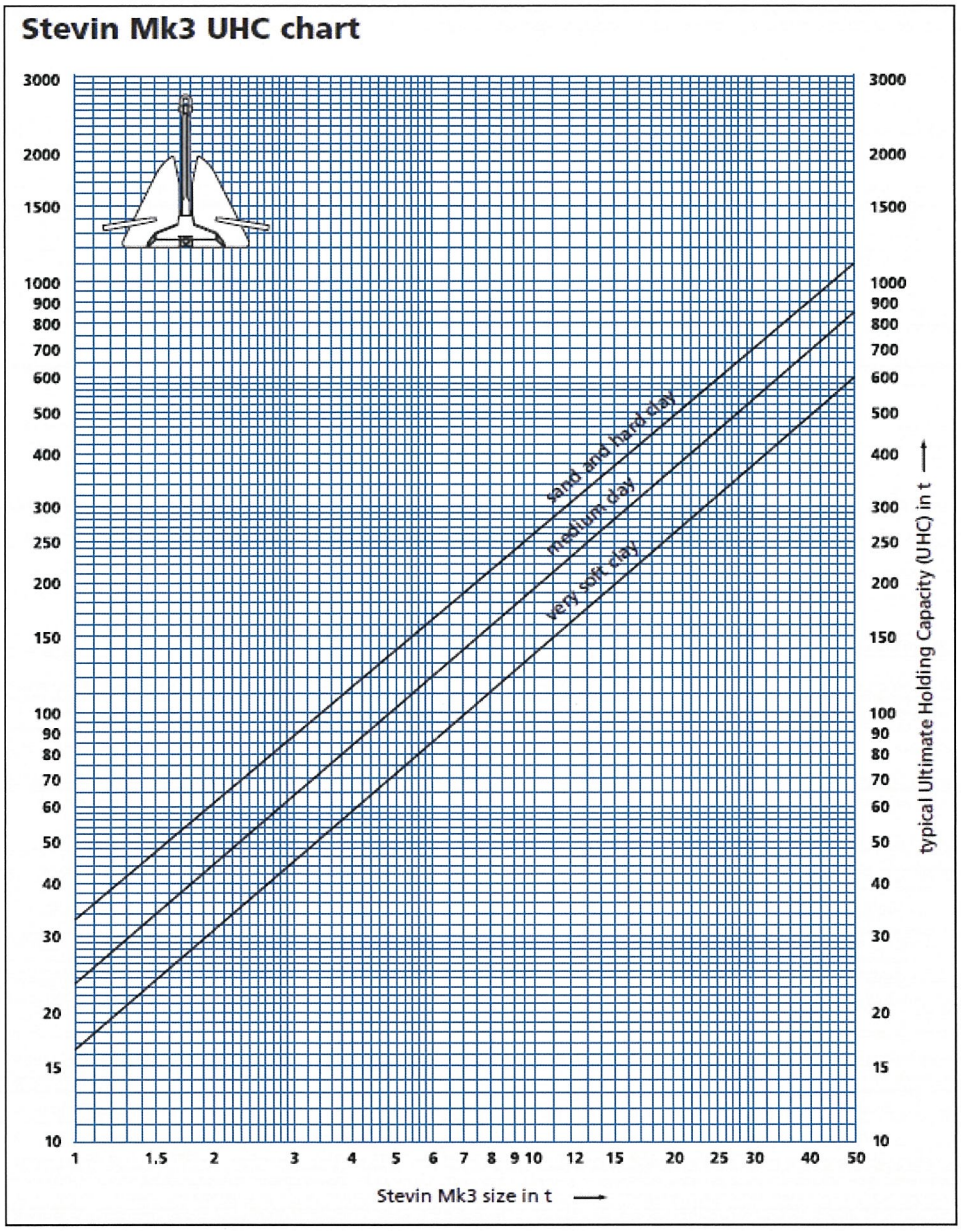


Abb. Anhang B – UHC chart	
Englisch	**Deutsch**
Stevin Mk3 UHC chart	Stevin Mk 3 – Maximaler Zugwiderstand
sand and hard clay	Sand und fester Ton
medium clay	mittelfester Ton
very soft clay	sehr weicher Ton
Typical ultimate holding capacity (UHC) in t	Typischer maximaler Zugwiderstand in t
Stevin Mk3 size in t	Stevin Mk3-Ankergewicht in t

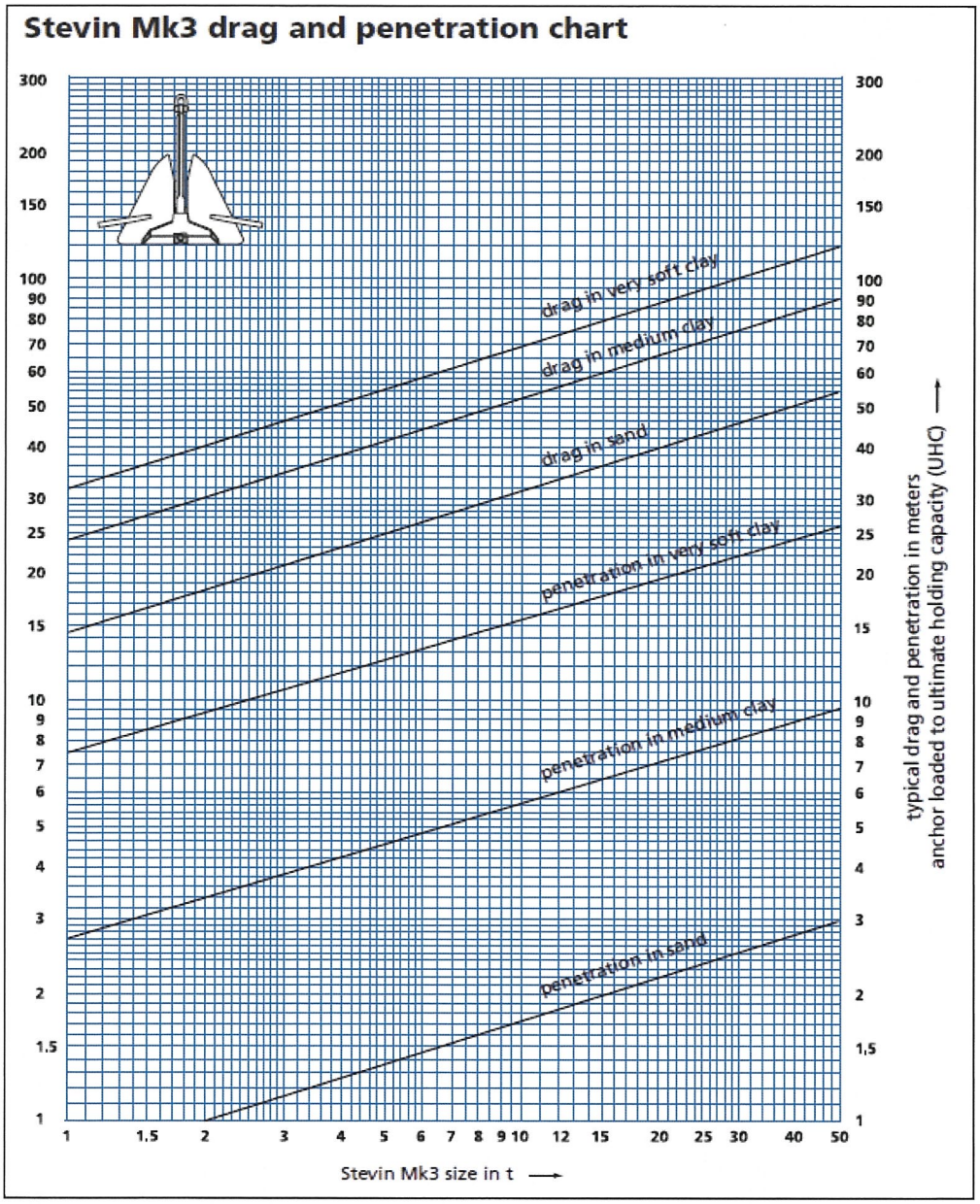
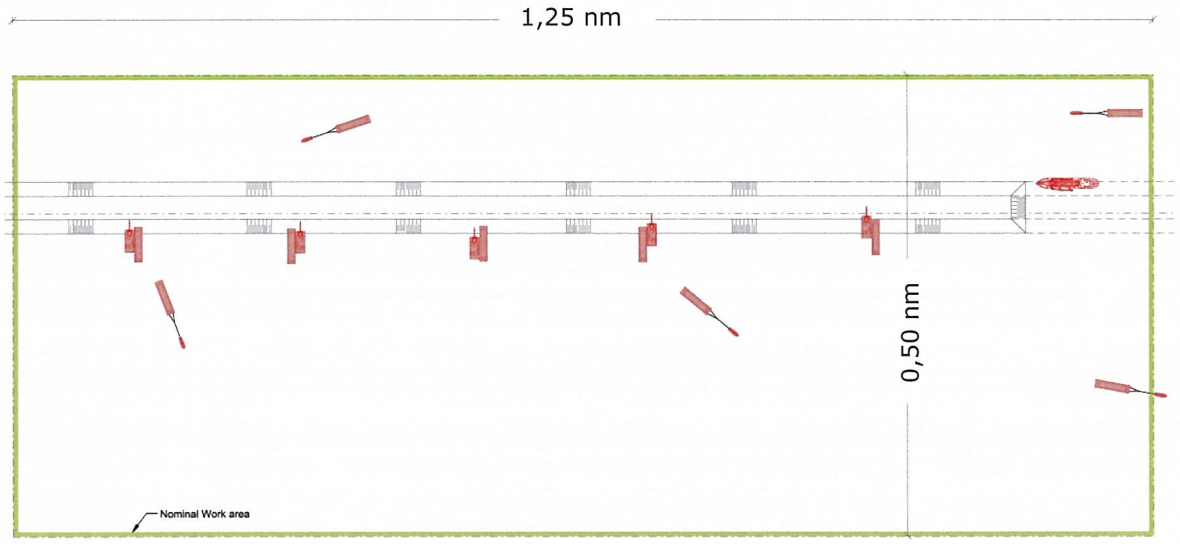
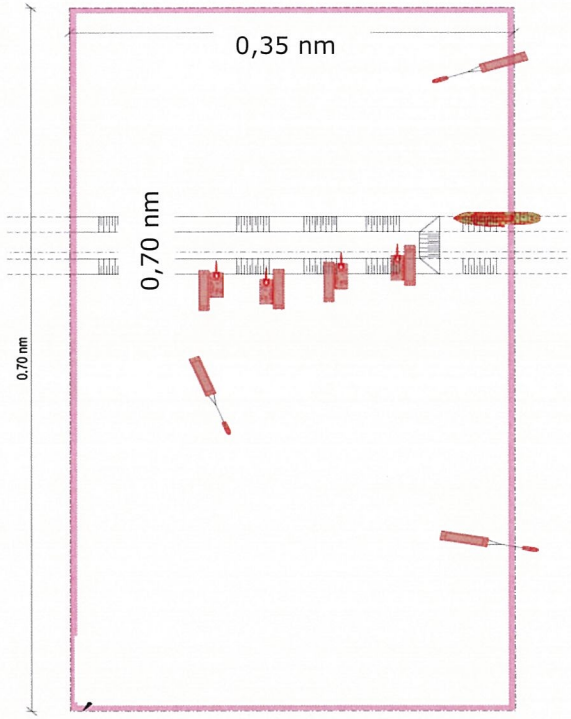


Abb. Anhang B – Drag and penetration chart	
Englisch	**Deutsch**
Stevin Mk3 drag and penetration chart	Stevin Mk 3 – Zugweg und Eindringtiefe
drag in very soft clay	Zugweg in sehr weichem Ton
drag in medium clay	Zugweg in mittelfestem Ton
drag in sand	Zugweg in Sand
penetration in very soft clay	Eindringtiefe in sehr weichem Ton
penetration in medium clay	Eindringtiefe in mittelfestem Ton
penetration in sand	Eindringtiefe in Sand
typical drag and penetration in meters	Typische Zugwege und Eindringtiefen in m
anchor loaded to ultimate holding capacity	Anker bis zum maximalen Zugwiderstand belastet
Stevin Mk3 size in t	Stevin Mk3 – Ankergewicht in t

Anhang C – Offshore-Arbeitsbereiche



Darstellung des normalen Arbeitsbereiches Unterwasseraushub



Darstellung des reduzierten Arbeitsbereiches Unterwasseraushub

Anhang D – Bauarbeiten: Nassbaggern, Absenken der Tunnelelemente, Verfüllen des Grabens

Siehe Anlage 27.2 der Planfeststellungsunterlagen, Blatt 1 und 2