



Dokumentation zur Nord Stream Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) zur Konsultation gemäß dem Espoo-Übereinkommen

Nord Stream Espoo-Bericht: Kernthemenpapier Korrekturmaßnahmen am Meeresboden und Ankereinsatz

Februar 2009

Bitte beachten:

Die „Dokumentation der Nord Stream Umweltverträglichkeitsprüfung für Konsultationen unter der Espoo-Konventionsrichtlinie“ wird im Folgenden und im gesamten, unter diesem Titel eingereichten Dokument „Nord Stream Espoo-Bericht“ genannt.

Die englische Version des Nord Stream Espoo-Berichts wurde in die neun relevanten Sprachen übersetzt (im Folgenden die „Übersetzungen“). Bei Unstimmigkeiten zwischen den Übersetzungen und der englischen Version ist immer der englische Text maßgebend.

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Einführung	7
2 Hintergrund und Raumanalyse	8
2.1 Geologie der Ostsee	8
2.1.1 Geologische Bedingungen	8
2.1.2 Wassertiefen	10
2.2 Entwicklung der Pipelineroute	11
2.2.1 Untersuchungen des Meeresbodens	11
2.2.2 Routenwahl und -optimierung	13
2.3 Notwendige Korrekturmaßnahmen am Meeresboden	14
3 Aktivitäten, die Störungen des Meeresbodens hervorrufen	16
3.1 Korrekturmaßnahmen am Meeresboden	16
3.1.1 Grabenaushub	17
3.1.2 Abkippen von Steinen	19
3.1.3 Tragwerke	20
3.1.4 Bau der Anlandungsbereiche	22
3.2 Pipelineverlegung und Ankereinsatz	25
3.3 Ausmaß der Korrekturmaßnahmen	26
3.3.1 Russland	27
3.3.2 Finnland	31
3.3.3 Schweden	33
3.3.4 Dänemark	35
3.3.5 Deutschland	37
4 Bewertung der Auswirkungen	39
4.1 Potenzielle Auswirkungen auf die Umwelt	39
4.2 Bewertungsmethoden	40
4.2.1 Sedimenteintrag während der Korrekturmaßnahmen am Meeresboden	41
4.2.2 Sedimentausbreitung während der Pipelineverlegung direkt am Meeresboden	42
4.2.3 Sedimentausbreitung durch Ankereinsätze	42
4.2.4 Sedimentausbreitung	43
4.3 Umweltauswirkungen	47
4.3.1 Zusammenfassung der Auswirkungen	47
4.3.2 Zusammenfassung der Auswirkungen in den Anlandungsbereichen	54
4.3.3 Grenzüberschreitende Auswirkungen	59

Abkürzungen und Begriffsdefinitionen

AWZ	Ausschließliche Wirtschaftszone
EEG	Erdgas-Empfangsstation Greifswald
HDPE	Polyethylen mit hoher Dichte
ISB	Biege-Beul-Versagen (während des Betriebs)
KP	Kilometerpunkt
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PBCS	Portovaya Bay Compressor Station (Kompressorstation in der Bucht von Portovaya)

1 Einführung

Verschiedene Arten von Erdarbeiten während des Baus der Nord Stream-Zwillingspipelines, die für ein stabiles Fundament der Pipelines auf dem Meeresboden sorgen sollen, und Ankereinsätze der Verlegeschiffe während der Pipelineverlegung können Störungen des Meeresbodens verursachen.

Um die durch Erdarbeiten (sogenannten Korrekturmaßnahmen) verursachten Störungen des Meeresbodens so gering wie möglich zu halten, wurde auf der Grundlage äußerst detaillierter geophysikalischer, geotechnischer und ökologischer Untersuchungen schrittweise eine intensive Routenoptimierung durchgeführt. An einigen Stellen sind Arbeiten am Meeresboden jedoch unbedingt erforderlich, wie zum Beispiel das Eingraben der Pipelines oder das Abkippen von Gesteinsbermen sowie Baggararbeiten an den Anlandungsstellen.

Da die Bedingungen am Meeresboden entlang der Pipelinerroute stark variieren, sind Korrekturmaßnahmen notwendig. Bei den entsprechenden Vorgehensweisen muss auf die Integrität der Pipeline in Bezug auf die vordefinierten zulässigen Toleranzen für Spannweiten, Rohrbelastung und vom Meeresboden abgehobene bzw. aufgetriebene Strecken geachtet werden. Korrekturmaßnahmen am Meeresboden sind somit zum Schutz der Pipelines gegen potenzielle Ausfälle notwendig. Normalerweise wird immer versucht, Korrekturmaßnahmen am Meeresboden (und damit Störungen des Meeresbodens) aus wirtschaftlichen Gründen so gering wie möglich zu halten, was wiederum einen minimierenden Effekt auf die Auswirkungen auf die Umwelt und die menschlichen Aktivitäten hat.

Eine Störung des Meeresbodens kann bei der Pipelineverlegung auch auf Ankereinsätze zurückzuführen sein, die notwendig sind, um das Verlegeschiff in seiner Position zu halten. Ein verankertes Verlegeschiff wird von bis zu 12, von Schleppern eingesetzten Ankern gesteuert.

Im Folgenden werden die Hintergrundbedingungen und Aktivitäten, die zur Störung des Meeresbodens führen, genauer beleuchtet. Eine Einführung in die geologischen und morphologischen Bedingungen zeigt, warum Korrekturmaßnahmen am Meeresboden notwendig sind. Auf dieser Grundlage werden die in Betracht gezogenen Korrekturmaßnahmen vorgestellt und die in den einzelnen Ländern notwendigen Maßnahmen zusammengefasst.

Trotz aller Bemühungen, die Störungen des Meeresbodens zu minimieren, können Auswirkungen auf die physische, biologische und sozioökonomische Umwelt nicht gänzlich vermieden werden. Mit einer Zusammenfassung der unvermeidbaren Auswirkungen werden die für ihre Bewertung angewandten Methoden dargestellt.

2 Hintergrund und Raumanalyse

2.1 Geologie der Ostsee

2.1.1 Geologische Bedingungen

Die Ostsee befindet sich auf der eurasischen Kontinentalplatte, die relativ stabile geologische Bedingungen aufweist. Die Geologie der Ostsee ist geprägt von sedimentbedecktem Felsuntergrund. Das wichtigste geologische Merkmal der Ostseeregion ist eine ausgedehnte Absenkung des ältesten kristallinen Sockels. Diese Absenkung bildet ein Sedimentbecken mit einer nach Süden immer mächtiger und jünger werdenden Füllung aus Sedimentgestein (**Abbildung 2.1**). Dieses jüngere Gestein ist weicher als die präkambrischen Gesteine und wurde während der Vergletscherungen abgetragen. Auf dem Felsuntergrund haben sich jüngere quartäre Sedimente abgelagert.

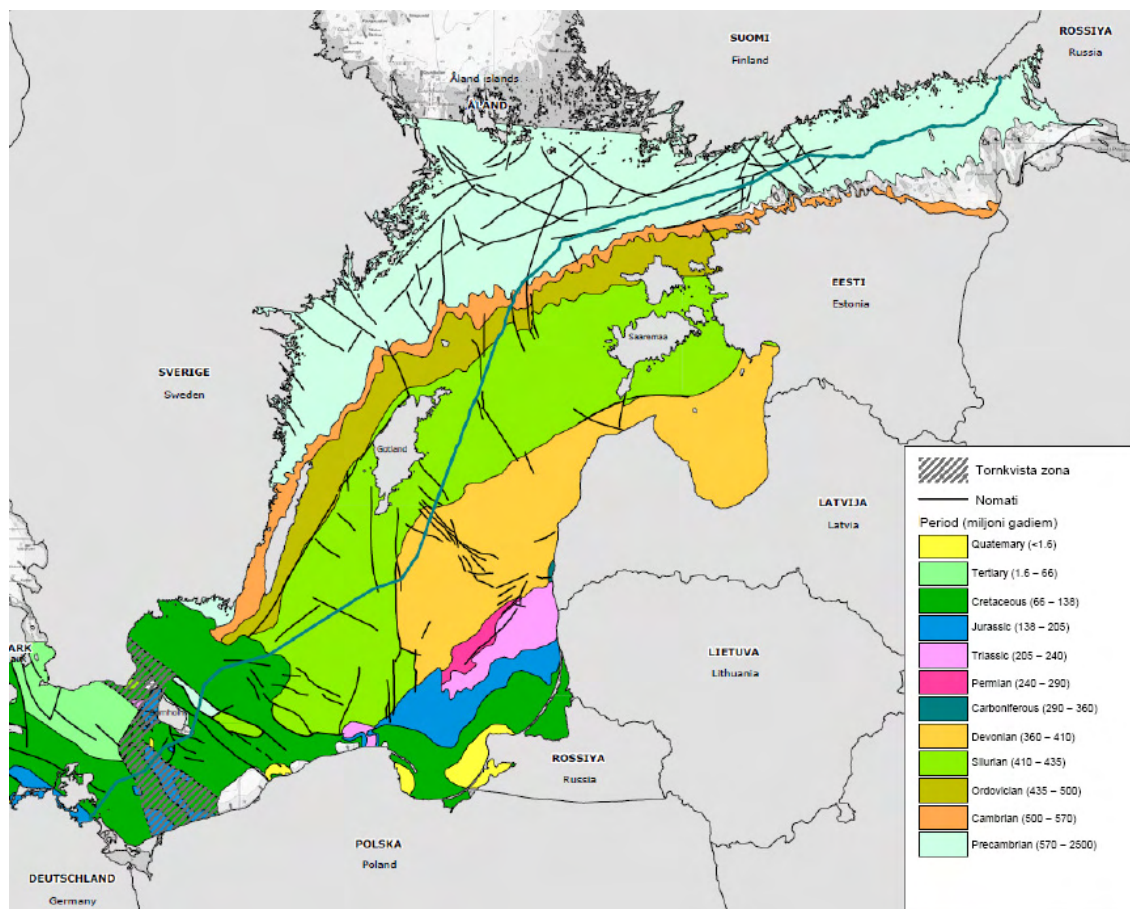


Abbildung 2.1 Geologie des Felsuntergrunds in der Ostseeregion

Die Oberfläche des Felsuntergrunds ist aufgrund von fluvialer und glazialer Erosion entstanden. Die Morphologie des Meeresbodens der Ostsee ist von ausgeprägten Mulden und Tälern gekennzeichnet. Diese Mulden und Täler haben sich durch Erosion weniger resistenter Gesteinsschichten gebildet.

Der Meeresgrund der Ostsee ist fast vollständig mit quartären Sedimentablagerungen bedeckt. Diese Ablagerungen stammen aus der letzten Eiszeit und aus verschiedenen postglazialen Entwicklungsstadien. Die Sedimentverteilung auf dem Meeresgrund ist das Ergebnis der geologischen Quartärgeschichte der Ostsee bis zur aktuellen Verteilung der Sedimentations- oder Erosionszonen. Nackter, nicht von jüngeren Sedimenten bedeckter Felsuntergrund ist in den küstennahen Bereichen des nördlichen Tiefenwassers und des Finnischen Meerbusens oder auch an steilen Hängen des Meeresbodens zu finden.

Die eiszeitlichen Ablagerungen werden von Geschiebemergel mit Korngrößenverteilung von Ton- bis Felsblockgröße dominiert. Der Großteil dieses Geschiebemergels hat sich unter Gletschern abgelagert, ist hart und weist aufgrund des Drucks durch das darüberliegende Eis eine hohe Festigkeit auf. Die Mächtigkeit der Geschiebeablagerungen variiert von einigen bis mehreren Dutzenden von Metern. Auf und an topografischen Höhen sowie an steilen Abhängen auf dem Meeresboden bildet Geschiebemergel die oberste Schicht. Spätglaziale und postglaziale Sedimente kommen auf Gletscherablagerungen vor. Die spätglazialen Sedimente bestehen hauptsächlich aus Ton, Schluff und Sand. Diese Ablagerungen sind von noch jüngeren, in erster Linie Ton- und Schluffablagerungen bedeckt.

Die Sedimentverteilung auf dem Meeresgrund der Ostsee hängt von einer Reihe von Faktoren wie Wassertiefe, Wellengröße, Strömungsmuster etc. ab. Dabei können zwei allgemeine Zonen abgegrenzt werden, eine 'Sedimentationszone' und eine 'Erosions- oder ablagerungsfreie Zone'.

Zu den Sedimentationszonen gehören tiefe Becken oder geschützte Bereiche wie der Finnische Meerbusen und das nördliche Tiefenwasser (siehe **Abbildung 2.2**), während sich die Erosions- oder ablagerungsfreien Zonen in Bereichen befinden, die durch Wellen oder Strömungen erzeugte Wasserbewegungen wie südlich und südwestlich von Gotland gekennzeichnet sind.

Die jüngsten Sedimente in den obersten Schichten der Sedimentationszonen bestehen normalerweise aus Ton und Schlamm mit einem hohen organischen und einem hohen Wassergehalt. Die feinkörnigen Sedimente weisen wegen der energiearmen Sedimentumgebung und des hohen organischen Gehalts eine lockere Textur auf. Sedimente können selbst durch schwache Strömungen in tiefere oder geschützte Bereiche transportiert werden, die für diese Sedimente als Akkumulationsgebiete dienen. Die Mächtigkeit dieser Ablagerungen variiert erheblich. Diese neuen und lockeren Sedimente sind durch eine geringe Tragfähigkeit gekennzeichnet und können je nach den topografischen Gegebenheiten des Meeresbodens Stabilitätsprobleme hervorrufen.

2.1.2 Wassertiefen

Die Ostsee ist ein halb eingeschlossener Bereich, der über die Dänische Beltsee mit der Nordsee verbunden ist. Die Ostsee umfasst fünf Hauptregionen, von denen die zentrale Ostsee und der Finnische Meerbusen von den Nord Stream-Pipelines durchquert werden sollen, siehe **Abbildung 2.2**.

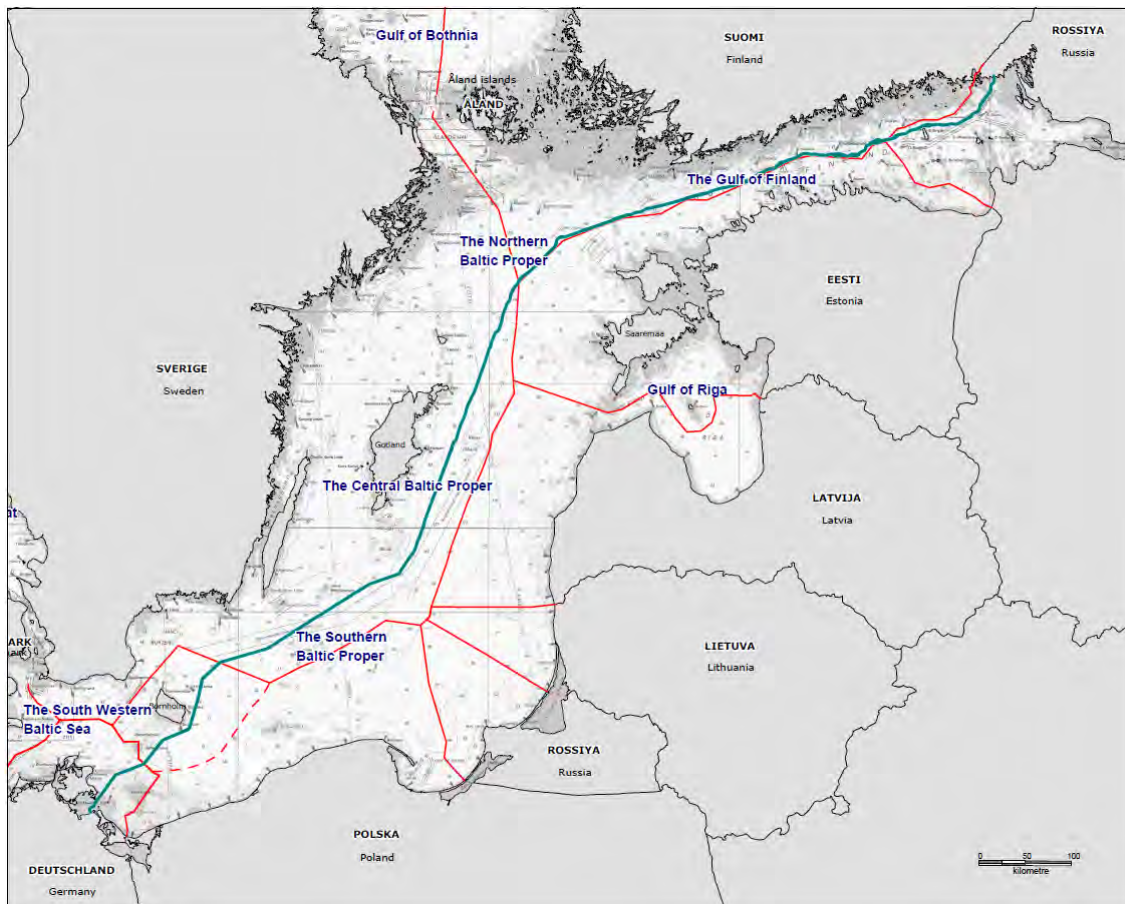


Abbildung 2.2 Nord Stream-Pipelinerroute durch die Ostsee

Bei der internen Bathymetrie (Meerestiefenmessung) wird die Ostsee in mehrere Unterbecken oder Tiefen unterteilt, die durch flache Bereiche voneinander getrennt sind (**Abbildung 2.2**). Die tiefsten Bereiche (bis zu 459 m tief) befinden sich im nördlichen und im zentralen Teil der zentralen Ostsee, während der flache Bereich in der Meerenge von Bornholm maximal 45 m tief ist. Der tiefste Punkt im Finnischen Meerbusen ist 123 m tief.

Entlang der Nord Stream-Pipelinetrasse nimmt die Tiefe durch den Finnischen Meerbusen nach und nach zu (**Abbildung 2.3**). Die Wassertiefe entlang der untersuchten Strecke variiert zwischen 43 m und 203 m in der Nähe der Grenze zwischen der finnischen und der

schwedischen AWZ. Ab dort nimmt die Wassertiefe in Richtung der deutschen Anlandungsstelle langsam wieder ab. Örtlich wird die Abnahme der Wassertiefe durch tiefe Beckenstrukturen wie das Färö Tief, das Gotland Tief und das Bornholmer Becken unterbrochen. Die Tiefen sind durch intermittierende Bankstrukturen wie Gotska Sandön Bank und Hoburgs Bank voneinander getrennt.

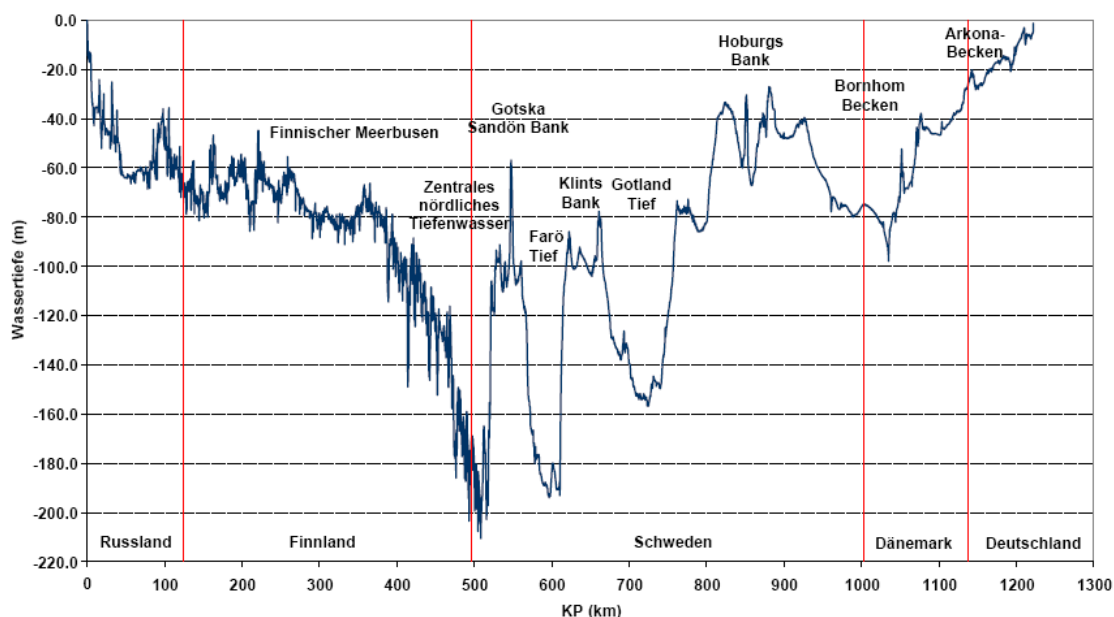


Abbildung 2.3 Meerestiefenmessung entlang des untersuchten Trassenkorridors

Der raue Meeresboden im Finnischen Meerbusen und im nördlichen Teil der zentralen Ostsee und die hydrodynamischen Bedingungen, unter denen sich sehr weiche Sedimente abgelagert haben, stellen eine Herausforderung für den Pipelinebau dar und erfordern Korrekturmaßnahmen am Meeresboden.

2.2 Entwicklung der Pipelineroute

2.2.1 Untersuchungen des Meeresbodens

Dank der verfügbaren Literatur und Informationen von entsprechenden Institutionen innerhalb der Anrainerstaaten der Ostsee war es möglich, sich ein allgemeines Bild von den geologischen Gegebenheiten am Meeresboden der Ostsee zu machen. Die Routenführung der Pipeline und

die Gestaltung der notwendigen Korrekturmaßnahmen am Meeresboden wurden jedoch auf der Grundlage genauer, im Rahmen der Projektplanung durchgeführter Untersuchungen gewählt.

Mit Hilfe mehrerer geophysikalischer Untersuchungen der Topografie des Meeresbodens wurde die endgültige Ausrichtung der Pipelines festgelegt. Diese Untersuchungen dienten der Kartierung der Wassertiefe, der Morphologie des Meeresbodens und der geologischen Bedingungen an und unter der Oberfläche des Meeresbodens im Pipelinekorridor.

Zu der für die geophysikalischen Untersuchungen eingesetzten Ausrüstung gehörten Echolote für die kartografische Erfassung der Wassertiefen, Seitensicht-Sonar (Side scan sonar - SSS) zur Sedimentbestimmung auf dem Meeresboden und Sub-Bottom Profiler zur Kartierung der geologischen Schichten unter der Oberfläche des Meeresbodens (**Abbildung 2.4**).

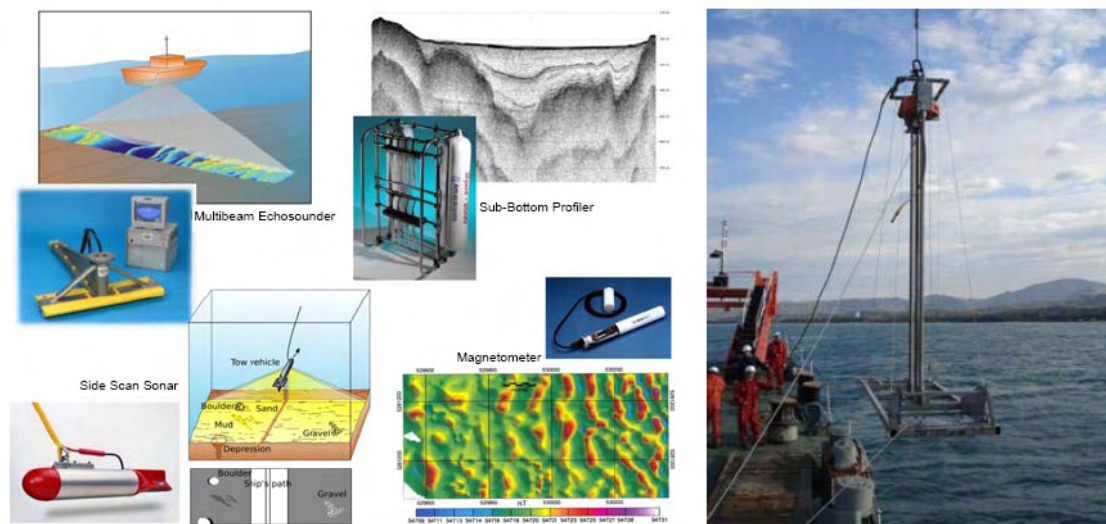


Abbildung 2.4 Untersuchung des Meeresbodens – Methoden und Ausrüstung

Zusätzlich zu den geophysikalischen Untersuchungen wurden auch geotechnische Untersuchungen durchgeführt. Sie dienten dazu, die von den Pipelinetechnikern für die Herstellung der Pipeline- und Meeresbodenstabilität benötigten Daten zu erfassen.

Im Rahmen der geotechnischen Tests wurden mehrere Meter tief unter dem Meeresboden verschiedene Bohrproben entnommen und im Labor analysiert. Sowohl in situ als auch im Labor wurden Tests zur Bestimmung der geotechnischen Eigenschaften des Untergrunds unter dem Meeresboden durchgeführt.

2.2.2 Routenwahl und -optimierung

Aufgrund der in den geophysikalischen und geotechnischen Untersuchungen gewonnenen Daten wurden die Topografie des Meeresbodens und die aktuelle Situation der abgelagerten Sedimente und die Sedimentbedingungen entlang der Pipelineroute interpretiert.

Wie bereits erwähnt, ist der Meeresboden keine flache Ebene ohne spezielle Merkmale, sondern weist im Gegenteil eine variierende Topografie mit Klippen, Gräben usw. auf. Die Verlegung zweier großer Pipelines um Kurven herum ist zwar möglich, doch sie sind relativ unflexibel und können nicht verdreht werden, um derartigen Erscheinungen des Meeresbodens auszuweichen. Durch sorgfältige Kartierung des Meeresbodens konnte die optimale Routenführung für die Pipelines bestimmt und somit die Notwendigkeit von Korrekturmaßnahmen minimiert werden.

Abbildung 2.5 zeigt ein Beispiel einer rauen Topografie des Meeresbodens sowie die Anstrengungen, die Route so zu optimieren, dass felsige Aufschlüsse oder Merkmale aus hartem Ton oder erosionsbedingte Erscheinungen vermieden werden können.

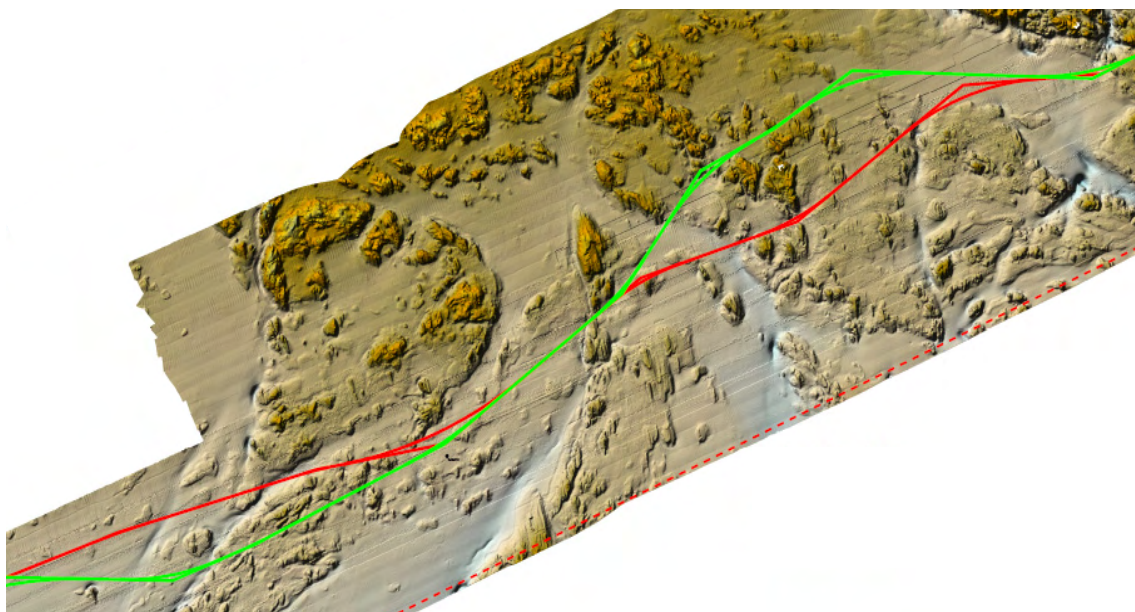


Abbildung 2.5 Optimierungsbeispiel der Pipelineroute im Finnischen Meerbusen. Die direkte Route (rote Linie) wurde durch eine Route ersetzt, die weniger Abkippen von Steinen erfordert (grüne Linie)

Ein weiterer Faktor für die Bewertung alternativer Routenführungen betrifft die technischen Betrachtungen, die in die Entwicklung des bevorzugten Routenverlaufs einbezogen werden müssen. Ein anderes wichtiges Ziel, das für das Nord Stream-Projekt neben dem Umweltschutz eine wesentliche Rolle spielt, ist die Sicherstellung der Integrität (Unversehrtheit) der Pipeline.

Die Bestimmung der besten Route für die Pipeline war ein komplexer Prozess, der sich über verschiedene Projektphasen hinweg zog, von den Durchführbarkeitsstudien bis hin zur Konzeptionsphase mit allen Details. Die Wahl des bevorzugten Routenverlaufs hat sich mit der Projektentwicklung unter Berücksichtigung der in jedem Stadium wichtigen Informationen und Umstände in einem kontinuierlichen Optimierungsprozess herauskristallisiert.

2.3 Notwendige Korrekturmaßnahmen am Meeresboden

Trotz der ausgedehnten Routenoptimierung kann die Notwendigkeit vorbereitender Maßnahmen und Veränderungen am Meeresboden nicht komplett vermieden werden. Solche Korrekturmaßnahmen bestehen in der Regel aus *Grabenaushubarbeiten* (und *Baggerarbeiten*) oder dem *Abkippen von Steinen*. An wenigen bestimmten Stellen übersteigt die Kieslast jedoch die Tragfähigkeit des darunter liegenden Untergrunds, sodass keine Stabilität erzielt werden kann. Für all diese Stellen müssen Alternativlösungen zum Einsatz kommen, d. h. zusätzliche *Tragwerke* eingebaut werden.

Aufgrund der erheblichen ökologischen Auswirkungen wurden *Sprengungen* zur Pipelineverlegung bereits zu einem frühen Zeitpunkt der Erörterung ausgeschlossen. Auch das *Abtragen* von Gestein wurde aus Gründen des Umweltschutzes und aufgrund der Beschaffenheit des Meeresbodens in bestimmten Bereichen (Finnischer Meerbusen) als Alternativoption ausgeschlossen.

Abbildung 2.6 illustriert in grafischer Form die Erwägungen der verschiedenen Methoden zur Vorbereitung/Veränderung des Meeresbodens während der Konzeption der Pipeline.

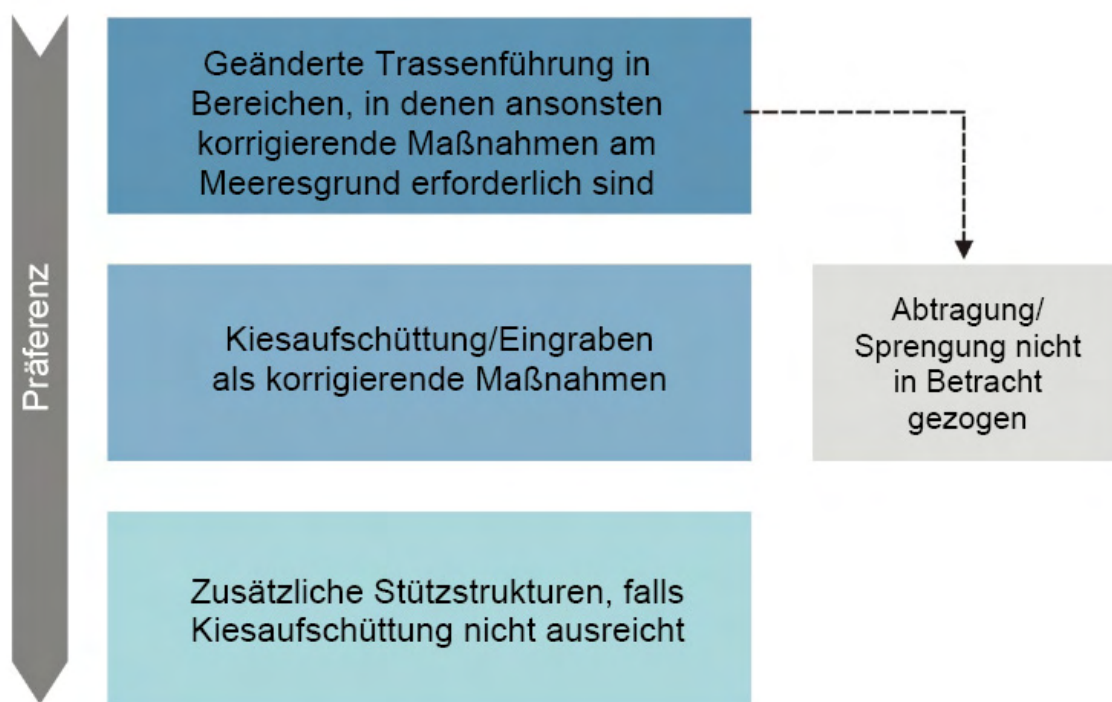


Abbildung 2.6 Bevorzugte Methode für die Vorbereitung/Veränderung des Meeresbodens

Schließlich werden lokalisierte Störungen des Meeresbodens auch durch die Pipelineverlegung selbst und den dafür notwendigen Ankereinsatz hervorgerufen, auch wenn diese Aktivitäten nicht zu den Korrekturmaßnahmen am Meeresboden gezählt werden.

3 Aktivitäten, die Störungen des Meeresbodens hervorrufen

3.1 Korrekturmaßnahmen am Meeresboden

Aufgrund der Beschaffenheit des Meeresbodens in der Ostsee sind vor und nach der Pipelineverlegung an bestimmten Stellen korrigierende Maßnahmen erforderlich, mit denen eine stabile Grundlage für die Pipelines geschaffen wird und folgende Probleme verhindert werden:

- Übermäßige Beanspruchung der Pipelines aufgrund von freien Spannweiten (auf einem unebenen Meeresboden kann eine Pipeline zwischen den Gipfeln härterer Aufschlüsse gespannt sein und im Zwischenraum ungestützt durchhängen)
- Übermäßige Pipelinebewegungen durch die Einwirkung von Wind, Wellen, Strömungen und Temperaturschwankungen
- Beeinträchtigungen durch den Schiffsverkehr

Um die Unversehrtheit der Pipelines zu gewährleisten, kommen ggf. folgende Lösungen zum Einsatz:

- Grabenaushub, Baggerarbeiten und Rückverfüllung
- Aufschüttung von Füllmaterial, Abkippen von Steinen (oder Kies)
- Einbau von (vorgefertigten) Tragwerken

Für die Umsetzung aller drei Lösungen hat im Rahmen des Projekts eine sorgfältige Evaluierung und Auswahl der Methoden und Ausrüstungen hinsichtlich ihrer technischen und ökologischen Eignung und Anwendbarkeit stattgefunden.

Generell werden die Korrekturmaßnahmen am Meeresboden für die gesamte Pipeline in drei Phasen ausgeführt:

- Phase 1 – Korrekturmaßnahmen vor Verlegung der Pipelines
- Phase 2 – Korrekturmaßnahmen nach Verlegung der Pipelines, jedoch vor Durchführung der Drucktests
- Phase 3 – Korrekturmaßnahmen nach Durchführung der Drucktests

3.1.1 Grabenaushub

Für die Offshore-Verlegung der Pipeline ist in einigen Bereichen (insbesondere in Flachwasserzonen) eine zusätzliche Stabilisierung und/oder ein zusätzlicher Schutz vor hydrodynamischer Belastung (z. B. durch Wellen, Strömungen) erforderlich, die sich durch die Verlegung in einem Graben und gegebenenfalls die anschließende Rückverfüllung erreichen lassen.

Die Rohrgräben können durch Ausbaggern vor der Verlegung oder durch nachträgliches Eingraben der verlegten Pipeline in den Meeresboden hergestellt werden.

Vor der Verlegung

Die Herstellung des Rohrgrabens durch Ausbaggern vor der Verlegung der Pipelines ist in den küstennahen Gebieten in Deutschland und Russland aufgrund der geringen Wassertiefe und der erforderlichen Vergrabungstiefe der Pipelines möglich. In Deutschland müssen die Pipelines in den küstennahen Gebieten zum Schutz vor ankernden oder auf Grund laufenden Schiffen bedeckt werden, um behördlichen Auflagen zu genügen und um eine Stabilität auf dem Meeresboden zu gewährleisten. Baggerarbeiten (Unterwasseraushub) werden in flachen Gewässern mit mechanischer Ausrüstung durchgeführt. Dabei kommen Baggertypen wie Stelzenpontonbagger, Laderaumsaugbagger, Eimerkettenbagger und Schwimmgreiferbagger zum Einsatz. **Abbildung 3.1** zeigt ein Beispiel eines hydraulischen Stelzenpontonbaggers.



Abbildung 3.1 Hydraulischer Stelzenpontonbagger

Nach der Verlegung

In tiefen Gewässern ist das nachträgliche Eingraben der verlegten Pipeline die am weitesten verbreitete Methode. Beim nachträglichen Eingraben einer bereits verlegten Pipeline muss der Meeresgrund nur direkt unter der Pipeline ausgehoben werden, während der, vor der Verlegung hergestellte, Graben wesentlich breiter angelegt ist, da Installationstoleranzen zu berücksichtigen sind. Bei der Herstellung des Grabens vor der Verlegung besteht ferner das Risiko einer natürlichen Rückverfüllung, bevor die Pipeline endgültig verlegt wird.

In der Regel ist ein nachträgliches Eingraben der Pipeline in Wassertiefen von mindestens 15 bis 20 m und bis zu einer Grabentiefe von 1.5 m möglich.

Das nachträgliche Eingraben der verlegten Pipeline erfolgt meistens durch Pflügen. Das ausgehobene Material wird auf dem Meeresboden in unmittelbarer Nähe der Pipeline belassen, und der Graben wird normalerweise nicht rückverfüllt. Allerdings erfolgt aufgrund der Strömung teilweise eine natürliche Nachverfüllung. Das nachträgliche Eingraben der Pipeline (nach der Verlegung) kommt in Teilen der schwedischen und der dänischen AWZ zur Anwendung, wo hydrodynamische Beanspruchungen die Stabilität der Pipeline andernfalls gefährden könnten.

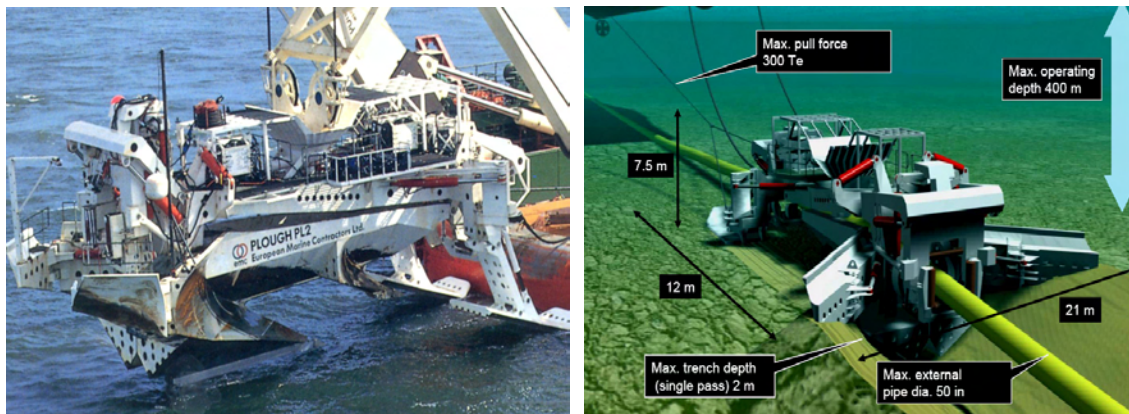


Abbildung 3.2 Pipelinepflug auf einem Versorgungsschiff (links) und beim Einsatz auf dem Meeresboden (rechts)

Einpflügen mit einem Pipelinepflug (**Abbildung 3.2**), der von einem Mutterschiff über der Pipeline auf dem Meeresboden installiert wird. Die Pipeline wird von hydraulischen Greifarmen in den Pflug gehoben und durch Rollen, die vorne und hinten am Pflug befestigt sind, gestützt. Die Rollen sind mit Kraftaufnehmern zur Überwachung der auf die Pipeline während der Grabenlegung wirkenden Last ausgestattet. Der durch Schlepptaue mit dem Mutterschiff verbundene Pflug wird zur Herstellung des Grabens vom Mutterschiff durch den Meeresboden gezogen. In der Regel kann das Mutterschiff den Pflug selbst ziehen, doch je nach

erforderlicher Gesamtschleppkraft und Leistungsfähigkeit des Mutterschiffs können, wenn notwendig, zusätzliche Schlepper in Tandemanordnung verwendet werden.

Für die Grabenlegung mit einem Pipelinepflug wird ein Mutterschiff mit Auslegerstützbock benötigt, um den Pflug zu Wasser zu lassen und wieder zurückzuholen. Auf dem Mutterschiff befinden sich auch sämtliche Steuerungssysteme für den Pflug.

Rückverfüllung des Pipelinegrabens

Eine natürliche Rückverfüllung des Grabens, d. h. durch Sedimentbewegungen aufgrund von Wellen und Strömungen, wird zur Bedeckung einiger Pipelineabschnitte stattfinden. Ausgelöste oder künstliche Rückverfüllungen sind jedoch in Bereichen erforderlich, in denen ein aktiver Schutz benötigt wird. An den Anlandungsstellen in Russland und Deutschland werden die Pipelines vollständig im Meeresboden vergraben, um sicherzustellen, dass ihre Stabilität nicht durch die Sedimentverlagerung im Küstenbereich gefährdet wird. Das ausgehobene Material wird temporär gelagert und dann für die Rückverfüllung verwendet.

3.1.2 Abkippen von Steinen

Beim Abkippen von Steinen werden Unebenheiten des Meeresbodens mit grobem Kies und kleinen Steinen ausgeglichen. Dadurch wird die Pipeline gestützt und ihre langfristige Integrität sichergestellt.

Eine freie Spannweite der Pipeline wird im Regelfall durch Kiesaufschüttungen korrigiert. Für Kiesaufschüttungen wird Material aus Steinbrüchen an Land verwendet. In Betracht gezogen werden Korrekturmaßnahmen am Meeresboden wie das vorab oder nachträglich durchgeführte Anschütten eines Unterbaus aus Kies oder Schotter sowie eine nachträgliche Abdeckung der Pipelines mit Kies.

Das Abkippen von Steinen kommt in Russland, Finnland und Schweden, wo ein rauer Meeresboden vorliegt, zum Einsatz. **Abbildung 3.3** zeigt ein entsprechendes Spezialschiff mit Fallrohr und ein Fallrohr, das zum Anschütten eines Kiesunterbaus auf dem Meeresboden verwendet wird.

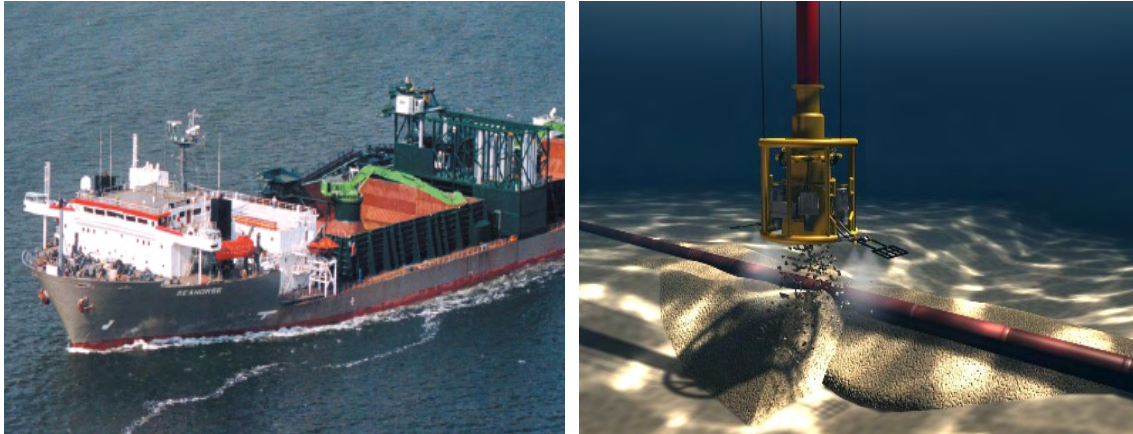


Abbildung 3.3 Schiff mit biegsamem Fallrohr (links) und Nahaufnahme eines Fallrohrs, wodurch das Gestein um die Pipeline verteilt wird (rechts)

Kies und Steine werden von dem Schiff mit Fallrohr genau an die Stellen verbracht, an denen das Abkippen von Steinen erforderlich ist. Das Gesteinsmaterial wird mit Hilfe von Förderbändern auf dem Schiff in das Fallrohr geladen. Das Steinmaterial fällt durch das Fallrohr, das durch die Wassersäule führt. Für die sorgfältige Konzeption der Geometrie der einzelnen Unterbauten aus Kies oder Schotter waren Ingenieure zuständig, die darauf achteten, dass so wenig wie möglich Kies benutzt wird. Die Form der Kiesfüllung hängt von der Beschaffenheit des Meeresbodens (Art und Tragfähigkeit des Sediments), der lokalen Bathymetrie und den Strömungen usw. ab. Über Düsen am unteren Ende des Fallrohrs kann jeder Unterbau aus Kies sehr genau geformt werden.

Kiesaufschüttungen werden im Wesentlichen für folgende Zwecke benötigt:

- Unterbauten aus Kies oder Schotter zur Korrektur von Spannweiten (vor und nach der Verlegung)
- Kiesabdeckung (nach der Verlegung) zur zusätzlichen Stabilisierung der Pipelines nach der Verlegung (bei bestimmten Abschnitten)
- Als Fundament für Standorte, an denen Rohrabschnitte miteinander verschweißt (verbunden) werden
- Zur Abstützung von Kabelkreuzungen

3.1.3 Tragwerke

In Gegenden mit abfallendem Meeresboden oder weichem Lehm mit geringer Tragfähigkeit kann die geotechnische Stabilität problematisch werden. In diesen Bereichen wird durch

zusätzliches Abkippen von Steinen eine Gegenverfüllung um die Steinbermen herum vorgenommen, siehe **Abbildung 3.4**.

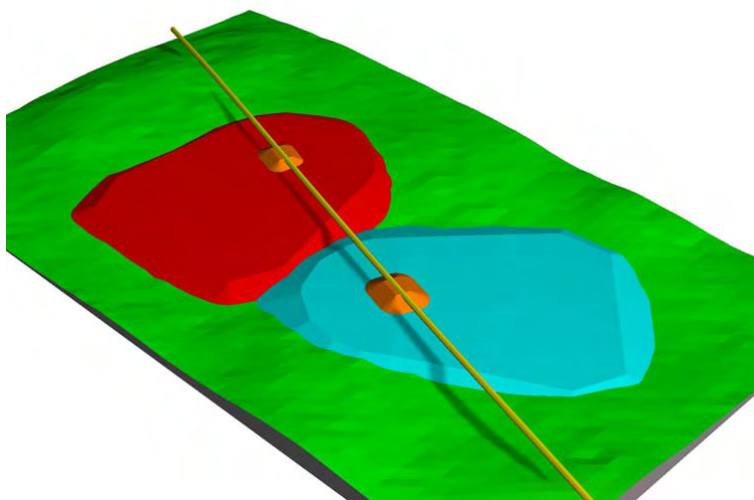


Abbildung 3.4 Gegenverfüllung (rot und blau) bietet zusätzliche Stabilität unter Steinbermen (orange)

Je nach Meeresboden, beispielsweise in weichem Ton mit geringer Tragfähigkeit, kann die erforderliche Pipeline Stabilität nicht durch Aufschütten von Kies erreicht werden, da der Kies in den weichen Untergrund einsinkt. Unter diesen Umständen sind möglicherweise spezielle Tragwerke in Kombination mit Steinaufschüttungen erforderlich.

Die genauen Details solcher Tragwerke müssen noch konzipiert werden. Ein Konzept wird jedoch in **Abbildung 3.5** illustriert. In diesem Beispiel kann das Tragwerk aus einem Stahlrahmen und zwei über Gelenkstücke verbundenen, zusammenlegbaren Schlamm matten bestehen. Auf den Schlamm matten werden eine Reihe von leichten, ausgeschäumten PE-Rohren mit hoher Dichte (HDPE) befestigt. Die gesamte Struktur wird mit einer Kiesschicht bedeckt, auf der das Rohr verlegt wird. Die Mindestabmessung beträgt 11 m x 18 m.

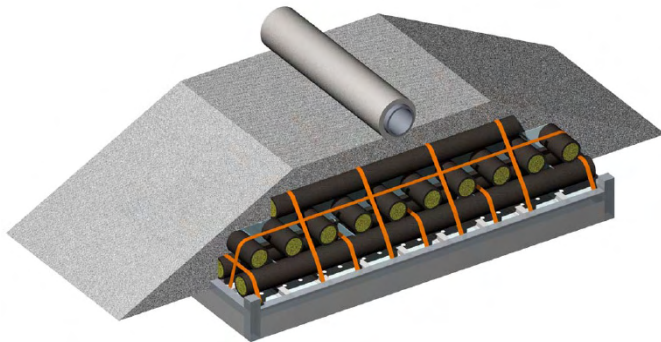


Abbildung 3.5 Tragwerke aus zusammenlegbaren Schlammrollen, ausgeschäumten PE-Rohren mit hoher Dichte (HDPE) und Kies

Es wird angenommen (Stand Januar 2009), dass der Einsatz der speziellen Tragwerke an bestimmten Stellen im Finnischen Meerbusen (in der russischen AWZ) erforderlich sein kann. Es wird jedoch versucht, ohne diese Tragwerke auszukommen.

3.1.4 Bau der Anlandungsbereiche

Der Startpunkt der Nord Stream-Pipeline befindet sich an der Kompressorstation bei der Portovaya Bucht in Russland. Der Endpunkt der Nord Stream-Pipeline liegt in den Empfangsanlagen in Lubmin. Für den Landanschluss der Pipelines sind erhebliche Bauarbeiten in den Flachwassergebieten der Anlandungsstellen geplant.

Russische Anlandungsstelle

Die russische Anlandungsstelle befindet sich ca. 1,5 km stromabwärts von der Kompressorstation in der Bucht von Portovaya (PBCS). In **Abbildung 3.6**
Anlandungsstelle in der Bucht von Portovaya

Da im russischen Küstenbereich mit Eisverwerfungen zu rechnen ist, wird die Pipeline dort in einem Rohrgraben verlegt. Die Pipeline wird in einem Rohrgraben so tief eingegraben, dass ihre Oberseite im gesamten Bereich durch eine ca. 2,0 m mächtige Bodenschicht bedeckt ist. Jede Pipeline wird in einem eigenen Graben verlegt (**Abbildung 3.7**).

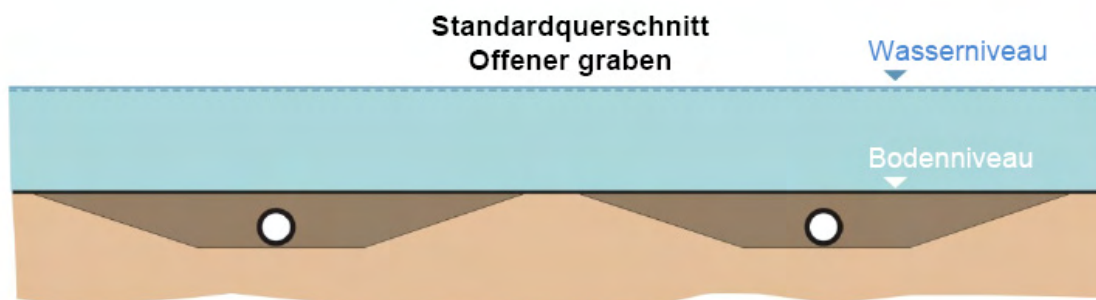


Abbildung 3.7 Standardquerschnitt – offener Graben im russischen Anlandungsbereich

Während der Bauarbeiten werden die offenen Gräben im Flachwasser durch jeweils an den Außenseiten errichtete Dämme vor dem Auswaschen durch Wellenschlag geschützt. Eine an Land montierte Winde zieht die Pipelines vom Rohrverlegeschiff an die Küste (**Abbildung 3.8**).

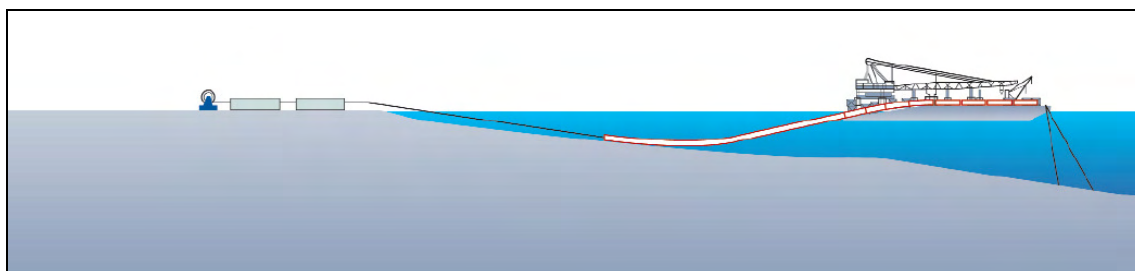


Abbildung 3.8 Schematische Darstellung einer Winde an Land, die die Pipeline vom Verlegeschiff zur Küste zieht

Nach der Pipelineverlegung und Rückverfüllung der Gräben werden die Hilfsdämme entfernt und die Baustellen geräumt und in den ursprünglichen Zustand zurückgeführt. Die Rückverfüllung der Gräben erfolgt sowohl von der Küste aus mit dem dort ausgebaggertem Bodenmaterial und Dammmaterial, als auch mit Hilfe von Offshore-Pontonbaggern.

Ist die Pipeline an Land gezogen, setzt das Flachwasserverlegeschiff die Pipelineverlegung im Graben auf einer Länge von ca. 1,8 km fort, wo das Wasser 14 m tief ist, und dort übernimmt das Offshore-Verlegeschiff die Verlegung von der Küste weg in Richtung Meer.

Deutsche Anlandungsstelle

Die deutsche Anlandungsstelle wird in die Erdgas-Empfangsstation Greifswald (EEG) integriert. In **Abbildung 3.9** ist die Anlandungsstelle zu sehen.



Abbildung 3.9 Anlandungsstelle am Greifswalder Bodden

Wie an der russischen Anlandungsstelle werden die Nord Stream-Pipelines auch an der deutschen Anlandungsstelle bei Wassertiefen von weniger als 15 m in einem ausgehobenen Graben verlegt. In Wassertiefen über 15 m werden sie direkt auf dem Meeresboden verlegt.

Folglich werden die beiden Pipelines über den gesamten Greifswalder Bodden, über die Greifswalder Boddenrandschwelle (eine Schwelle glazialen Ursprungs am Eingang der Bucht) und darüber hinaus auf einer Länge von 27 km in einem ausgehobenen Graben verlegt. Dieser Graben wird mit mechanischer Ausrüstung ausgehoben.

Das ausgehobene Material wird von Schiffen zu einer Verklappungsstelle in der Nähe der Insel Usedom transportiert. Das darüberliegende ausgehobene Bodenmaterial wird separat gelagert und am Ursprungsort zur Rückverfüllung verwendet.

Im unmittelbaren Küstenbereich soll ein temporärer Spundwanddamm gebaut werden, der sich über ca. 550 m weit offshore bis zu einer Wassertiefe von ca. 2.5 m erstreckt. Der Damm schützt die Grabarbeiten und die Rohre, wenn sie von dem Verlegeschiff mit Winden an Land gezogen werden. Das ausgehobene Material aus dem Spundwanddamm wird in einer Kammer des Damms gelagert.

Die Offshore-Installation der Pipelines im Flachwasser hat eigene technische Voraussetzungen (Verlegeausrüstung) und stellt hohe Sicherheitsanforderungen (z. B. Schutz gegen mechanische Einwirkung durch Anker oder Schiffe). Daher werden Bagger erneut passendes Material von der Lagerstätte ausbaggern, das Material zum Graben transportieren und diesen damit rückverfüllen (siehe **Abbildung 3.10**).

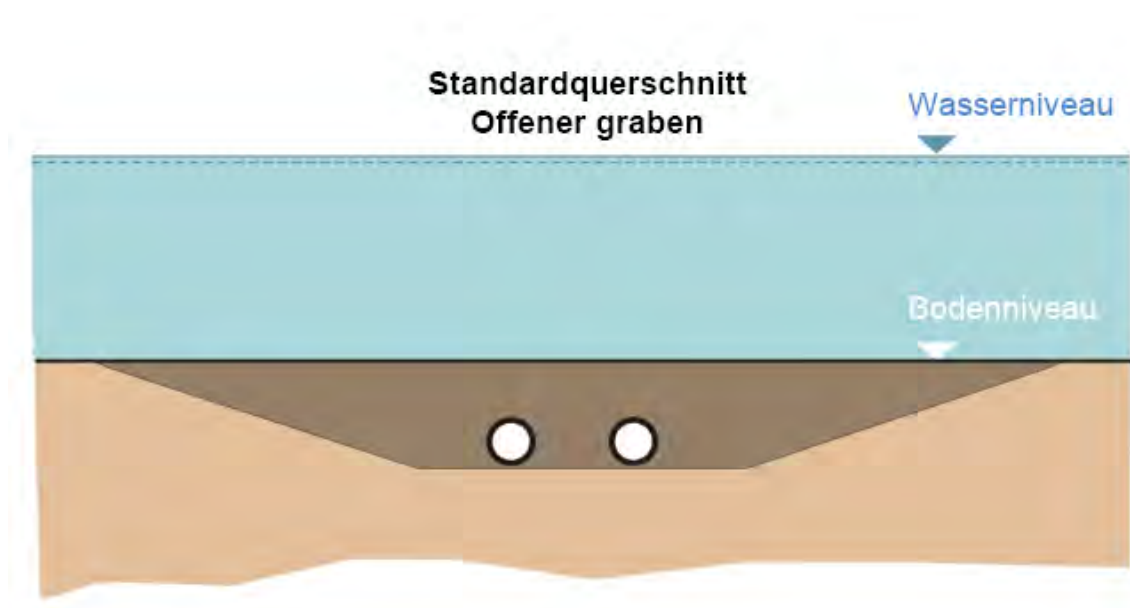


Abbildung 3.10 Standardquerschnitt – offener Graben im deutschen Anlandungsbereich

Die Mächtigkeit der Erdschicht über den Pipelines variiert von 2 m an der Anlandungsstelle an der Küste bis zu über 5 m am Meeresboden an der Kreuzung zweier Schifffahrtswege, beträgt aber im Allgemeinen 1–1,5 m in anderen Bereichen des Greifswalder Bodden und der Greifswalder Boddenrandschwelle.

Schließlich wird der Graben des Spundwanddamms mit dem gelagerten Aushubmaterial rückverfüllt. Das überschüssige Bodenmaterial aus dem Spundwanddamm wird zur Offshore-Verklappungsstelle verschifft oder an der Küste zum Landschaftsbau verwendet.

3.2 Pipelineverlegung und Ankereinsatz

Die Pipelineverlegung wird durch verankerte und dynamisch positionierte Verlegeschiffe ausgeführt. Ein dynamisch positionierbares Schiff wird von Antrieben in Position gehalten, die ständig die durch Pipeline, Wellengang, Strömung und Wind auf das Schiff wirkenden Kräfte ausgleichen. Der Meeresboden wird dadurch nicht gestört. Im Rahmen des Projekts wurde versucht, die Verfügbarkeit von dynamisch positionierbaren Verlegeschiffen zumindest teilweise sicherzustellen, da diese nur begrenzt verfügbar sind.

Im Gegensatz hierzu kann es durch den Ankereinsatz bei der Verlegung durch verankerte Verlegeschiffe zu Störungen des Meeresbodens kommen. Ein verankertes Verlegeschiff wird durch bis zu 12 Anker, von denen jeder bis zu 25 Tonnen wiegt, in Position gehalten. Die direkt durch Drahtseile verbundenen und mit Hilfe von Kabeln und Winden gesteuerten Anker werden

von selbstständigen Ankerschleppern manövriert. Die Anker werden an bestimmten Positionen um das Verlegeschiff herum von den Ankerschleppern auf dem Meeresboden platziert, so dass das Verlegeschiff sich nach vorwärts bewegt. In **Abbildung 3.11** ist das typische Ankermuster dargestellt.

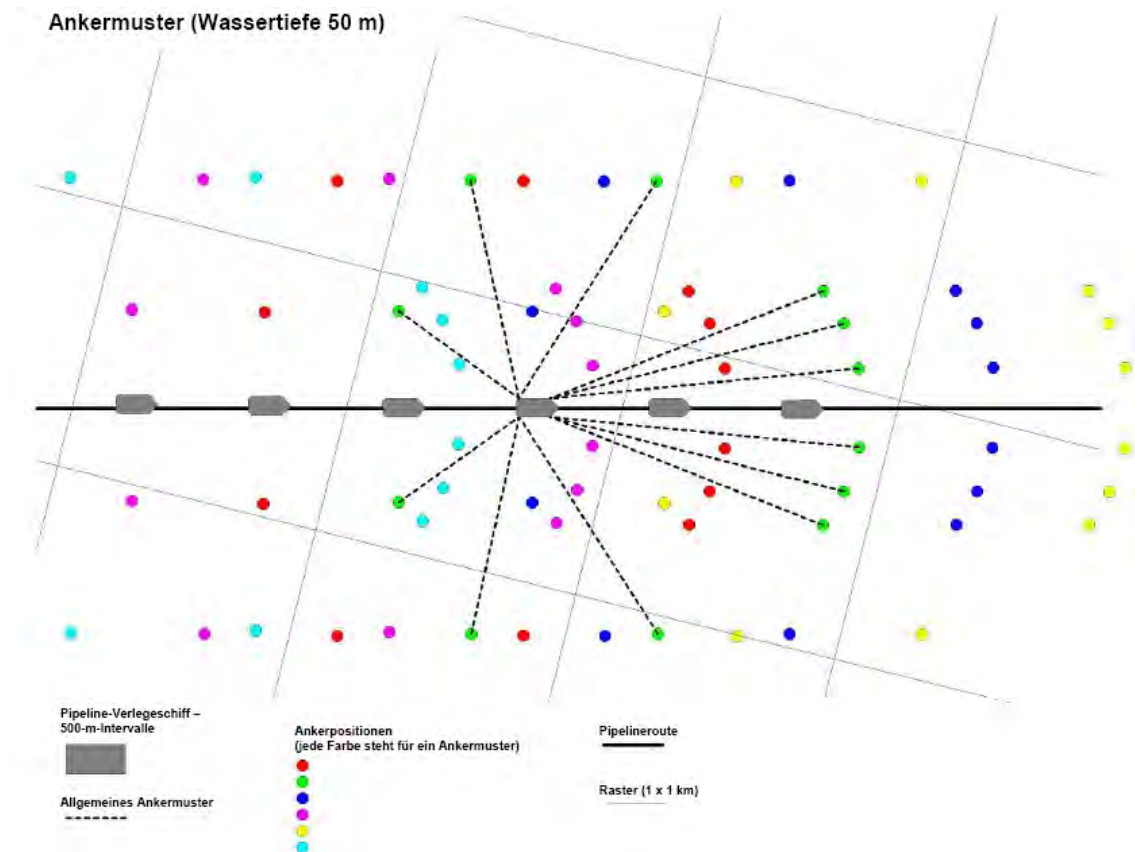


Abbildung 3.11 Ankermuster auf dem Meeresboden bei der Vorwärtsbewegung des Pipelineverlegeschiffs

3.3 Ausmaß der Korrekturmaßnahmen

Das zu erwartende Ausmaß der Korrekturmaßnahmen am Meeresboden (Stand Januar 2009) ist in den folgenden Kapiteln zusammengefasst. Dabei ist zu beachten, dass sich in der letzten ausführlichen Konzeptionsphase und der nachfolgenden Pipelineverlegung geringfügige Änderungen ergeben können, wenn dann das tatsächliche Ausmaß der Korrekturmaßnahmen nach Verlegung endgültig feststeht.

3.3.1 Russland

Ein Überblick über die Positionen und Arten der Korrekturmaßnahmen am Meeresboden, die in der finnischen AWZ ausgeführt werden müssen, ist in **Abbildung 3.12** dargestellt. In russischen Gewässern sind die Pipelines hohen Temperatur- und Druckbelastungen ausgesetzt. Daher besteht ein erhöhtes Risiko sowohl einer seitlichen Verformung, was eine seitliche Verschiebung der Pipeline bewirken kann, als auch einer Verformung nach oben, was zum Auftrieb der Pipeline und zur Ablösung vom Meeresboden führen kann. Um solchen Verformungen vorzubeugen, wird die Beweglichkeit der Pipeline durch Steinaufschüttungen über lange Pipelineabschnitte eingeschränkt. Da entlang der anderen Pipelineabschnitte nicht mit Verformungen zu rechnen ist, ist der Steinbedarf für den russischen Abschnitt höher als für die Abschnitte in anderen Ländern.

Tabelle 3.1 zeigt den Umfang des erforderlichen Abkippens von Steinen und Baggerarbeiten. Die Gesamtzahl der Abkipfstellen beläuft sich auf 123 für die Nordwestpipeline und auf 124 für die Südostpipeline. **Abbildung 3.13** zeigt die Größenverteilung des Abkippens von Steinen.

Außer im Anlandungsbereich (**Abschnitt 3.1.4, Russische Anlandungsstelle**), ist in russischen Gewässern nicht mit weiterem Grabenaushub zu rechnen.

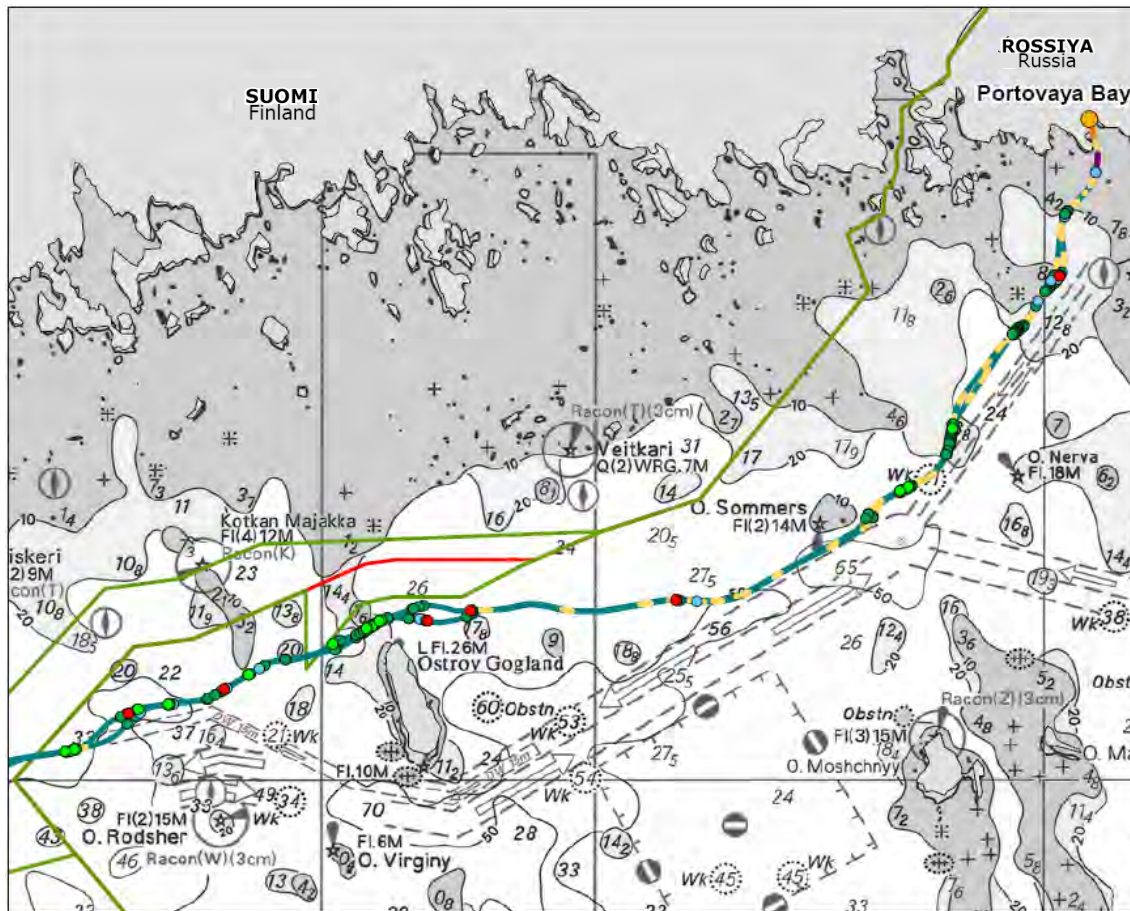


Abbildung 3.12 Überblick über die Positionen und Arten der Korrekturmaßnahmen am Meeresboden in russischen Gewässern. Die hellgrünen Punkte zeigen Arbeiten der Phase 1 und die dunkelgrünen Punkte Arbeiten der Phase 2. Maßnahmen der Phase 3 sind durch blaue und gelbe Punkte (ISB) dargestellt. Die roten Punkte stehen für spezielle Tragwerke und die orangefarbene Linie im Anlandungsbereich für den Grabenaushub. Es handelt sich hier nur um annähernde Positionsangaben, die später noch optimiert werden können

Tabelle 3.1 Zusammenfassung der Kiesvolumina für das Abkippen von Steinen und Grabenaushub in russischen Gewässern. Es handelt sich um annähernde Mengenangaben, die später noch optimiert werden können

	Nordwestpipeline		Südostpipeline	
Abkippen von Steinen	Volumen (m³)		Volumen (m³)	
Phase 1	32.956		31.450	
Phase 2	37.796		45.580	
Phase 3	15.010		12.578	
Minderung von Verformungen (Biegen/Beulen)	572.573		556.801	
Summe	658.335		646.409	
Baggern	Länge (km)	Volumen (m³)	Länge (km)	Volumen (m³)
	1.756	88.600*	1.756	85.800*
* Volumina wurden aufgrund eines Querschnitts von ~50 m ² für jeden Graben berechnet				

Zusätzlich ist damit zu rechnen, dass drei Tragwerke für die Nordwestpipeline und fünf Tragwerke für die Südostpipeline benötigt werden (Stand Januar 2009). Wie bereits erwähnt werden die Bemühungen, diese Tragwerke zu vermeiden, weiterhin fortgesetzt.

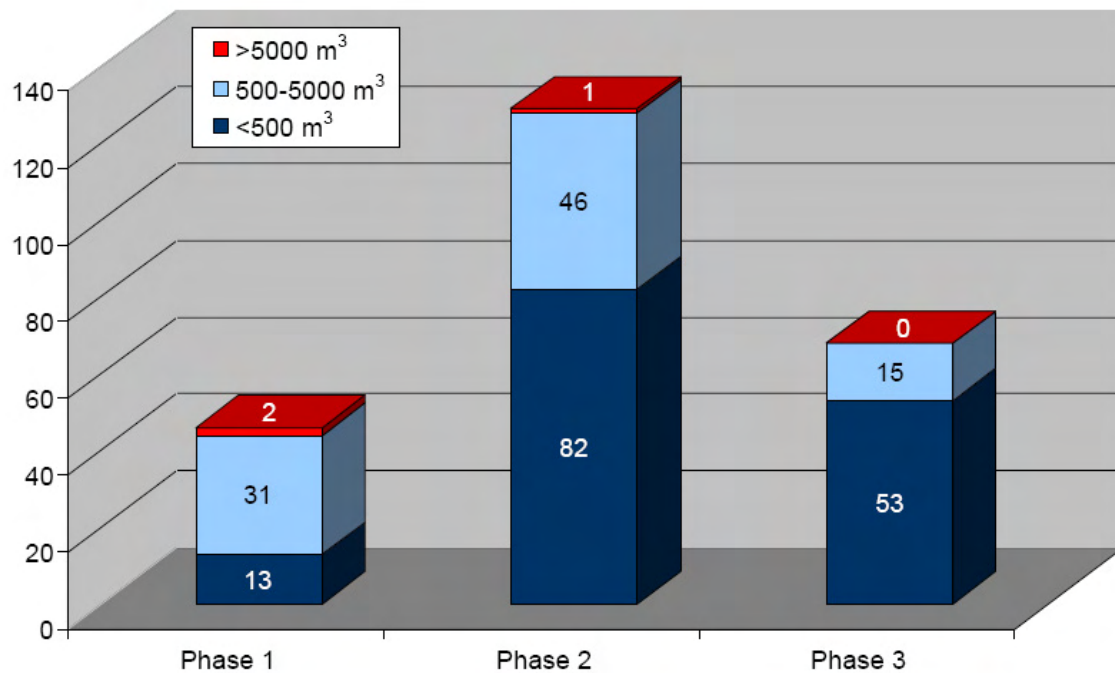


Abbildung 3.13 Zusammenfassung der Größenverteilung des Abkippens von Steinen in russischen Gewässern. Die Spalten zeigen die Anzahl der Stellen, an denen das Abkippen von Steinen unterschiedlicher Größe vor Verlegung der Pipelines (Phase 1), vor den Drucktests (Phase 2) und vor dem Betrieb (Phase 3) vorgenommen werden

3.3.2 Finnland

Ein Überblick über die Positionen und Arten der Korrekturmaßnahmen am Meeresboden, die in der finnischen AWZ ausgeführt werden müssen, ist in **Abbildung 3.14** dargestellt. In **Tabelle 3.2** sind die erforderlichen Kiesvolumina zusammengefasst. Die Gesamtzahl der Abkippstellen beläuft sich auf 100 für die Nordwestpipeline und auf 83 für die Südostpipeline. **Abbildung 3.15** zeigt die Größenverteilung dieser Steinschüttungen. Mit dem Aufbau von Tragwerken ist nicht zu rechnen. Auch Bagger- und Grabenaushubarbeiten werden in finnischen Gewässern nicht stattfinden.

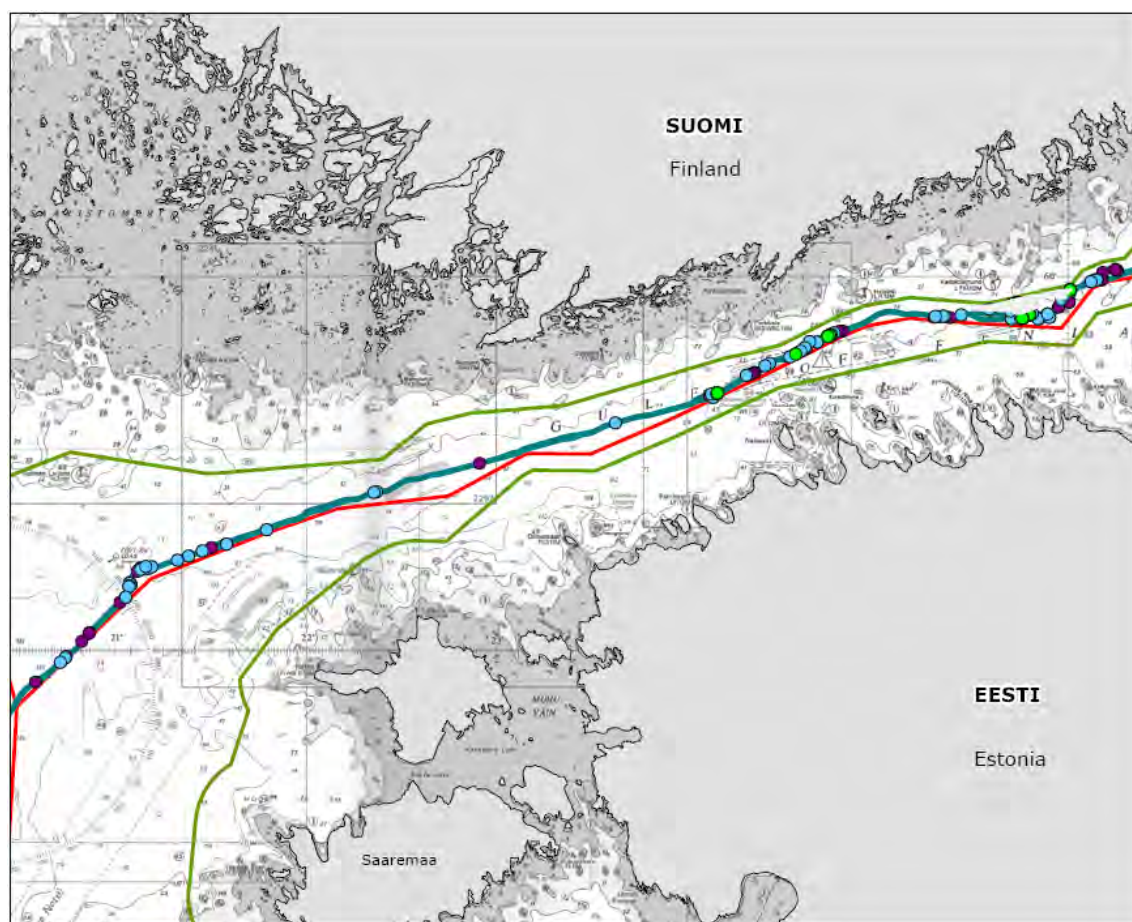


Abbildung 3.14 Überblick über die Positionen und Arten der Korrekturmaßnahmen am Meeresboden in finnischen Gewässern. Die hellgrünen Punkte zeigen Arbeiten der Phase 1 und die blauen Punkte Arbeiten der Phase 2. Arbeiten der Phase 3 werden durch purpurfarbene Punkte (Ermüdung) und durch orangefarbene Punkte (Stabilität des Meeresbodens) dargestellt. Der pinkfarbene Punkt zeigt den Anschlusssockel (Phase 1). Es handelt sich hier nur um annähernde Positionsangaben, die später noch optimiert werden können

Tabelle 3.2 Zusammenfassung der Kiesvolumina für das Abkippen von Steinen in finnischen Gewässern. Es handelt sich um annähernde Mengenangaben, die später noch optimiert werden können

	Nordwestpipeline	Südostpipeline
Abkippen von Steinen	Volumen (m ³)	Volumen (m ³)
Phase 1	31.955	5.782
Phase 1 – Anschlusssockel	37.000	37.000
Phase 2	80.151	50.567
Phase 3 – Ermüdung	29.927	26.225
Phase 3 – Stabilität auf dem Meeresboden	1.144	972
Summe	180.176	120.546

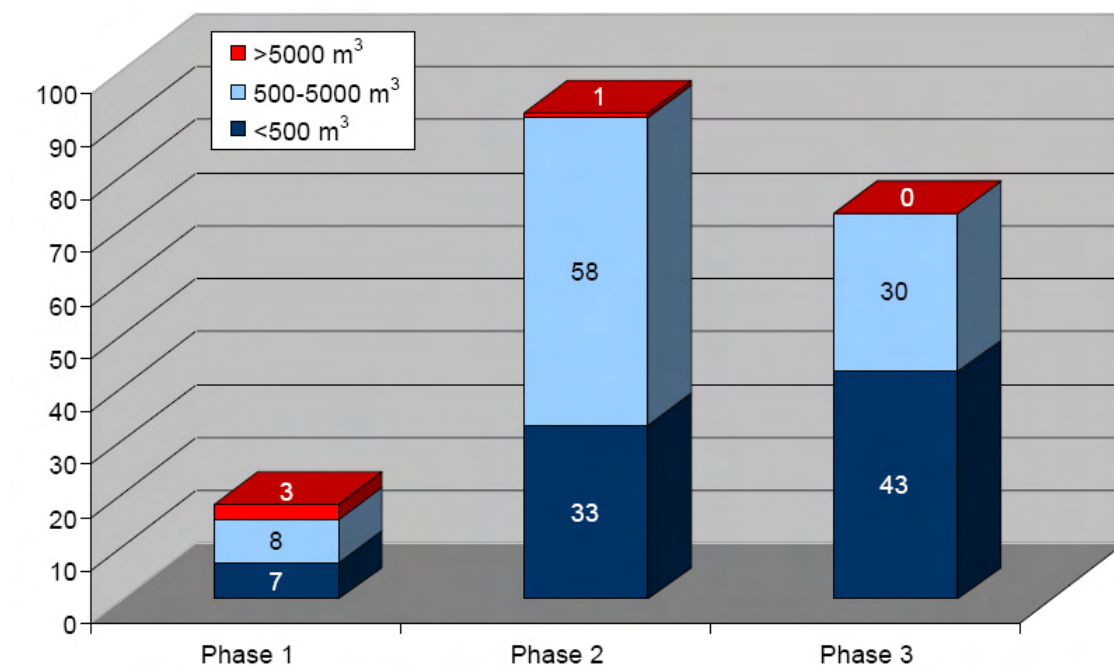


Abbildung 3.15 Zusammenfassung der Größenverteilung des Abkippens von Steinen in finnischen Gewässern. Die Spalten zeigen die Anzahl der Positionen, an das Abkippen von Steinen unterschiedlicher Größe vor Verlegung der Pipeline (Phase 1), vor den Drucktests (Phase 2) und vor dem Betrieb (Phase 3) vorgenommen werden

3.3.3 Schweden

Ein Überblick über die Standorte und die Arten der Korrekturen am Meeresboden, die in der schwedischen AWZ ausgeführt werden müssen, ist in **Abbildung 3.16** dargestellt.

Eine Zusammenfassung der erforderlichen Kiesmengen für das Abkippen von Steinen und dem Grabenaushub wird in **Tabelle 3.3** gezeigt. Die Gesamtzahl der Abkippstandorte von Steinen liegt bei 43 und 48 jeweils für die nordwestliche und die südöstliche Pipeline. **Abbildung 3.17** zeigt die jeweilige Größe der Abkippstellen. Es ist nicht mit Tragwerken zu rechnen. In den schwedischen Gewässern wird auch kein Ausbaggern stattfinden.

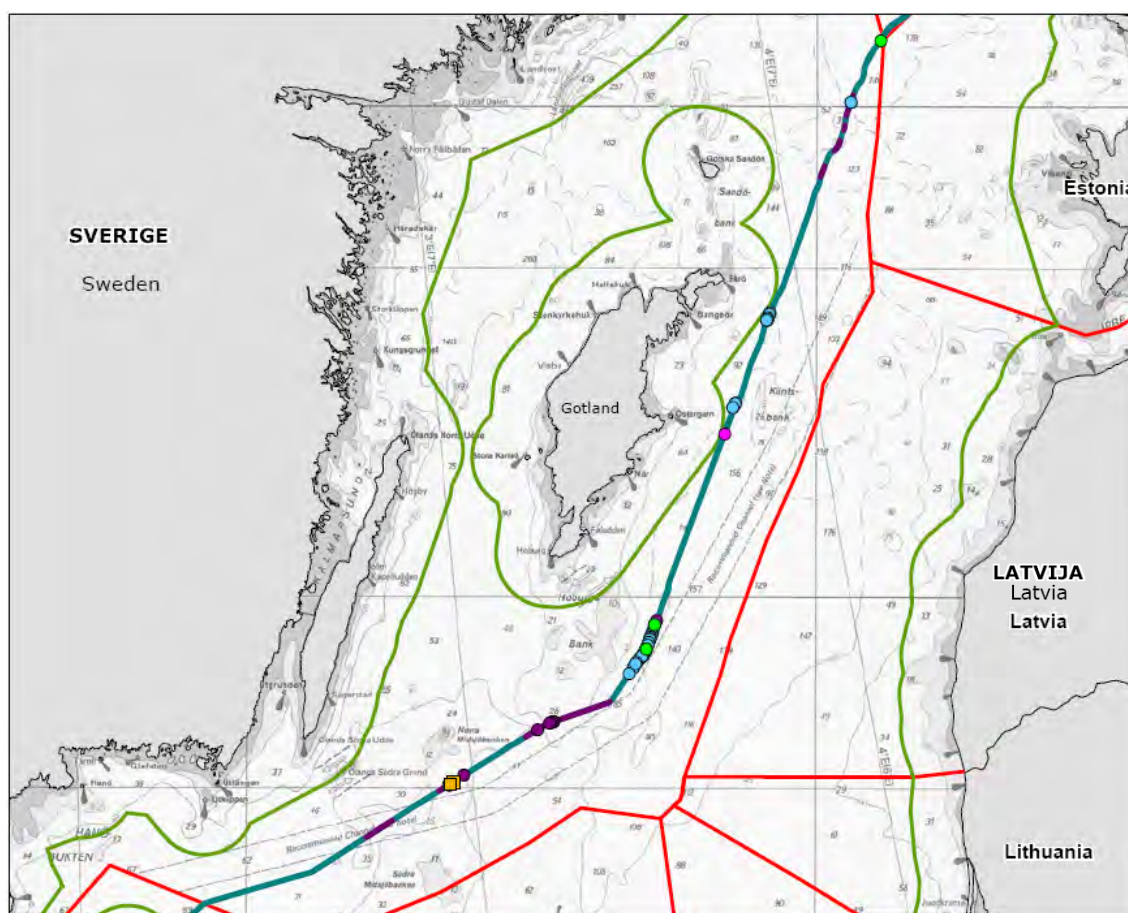


Abbildung 3.16 Überblick über Standorte und Arten der Korrekturmaßnahmen am Meeresboden in schwedischen Gewässern. Die hellgrünen Punkte kennzeichnen die Arbeiten der Phase 1 und die blauen Punkte die Arbeiten der Phase 2. Die Arbeiten der Phase 3 sind durch violette Punkte (Ermüdung) und orange Punkte (stabile Lage am Meeresboden) gekennzeichnet. Der pinkfarbene Punkt kennzeichnet das Verbindungsfundament (Phase 1) und die violetten Linien zeigen das

Eingraben nach der Verlegung. Es handelt sich hier nur um annähernde Positionsangaben, die später noch optimiert werden können

Tabelle 3.3 Tabellarischer Überblick zu den Kiesmengen für das Abkippen von Steinen und den Grabenaushub in den schwedischen Gewässern. Es handelt sich um annähernde Mengenangaben, die später noch optimiert werden können

	Nordwestliche Pipeline		Südöstliche Pipeline	
Abkippen von Steinen	Volumen (m ³)		Volumen (m ³)	
Phase 1	377		317	
Phase 1 – Verbindungsfundament	0		0	
Phase 2	17.473		28.192	
Phase 3 – Ermüdung	3.144		6.145	
Phase 3 – stabile Lage am Meeresboden	1.794		1.794	
Gesamt	20.993		34.654	
Grabenaushub	Länge (km)	Volumen (m ³)	Länge (km)	Volumen (m ³)
	67,3	481.758*	69,2	505.479*
*Die Mengen wurden auf Basis eines Querschnitts von ~7.2 m ² berechnet				

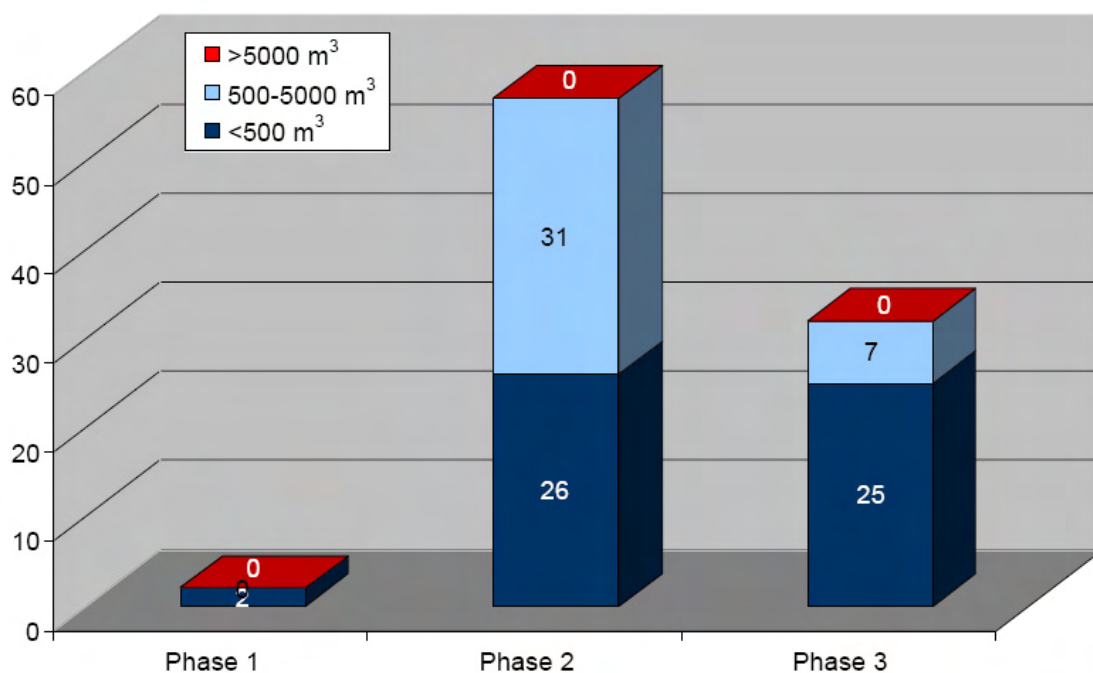


Abbildung 3.17 Übersicht zu der Größenverteilung für das Abkippen von Steinen in den schwedischen Gewässern. Die Spalten zeigen die Anzahl der Standorte, an denen vor der Verlegung (Phase 1), vor der Druckprüfung (Phase 2) und vor dem Betrieb (Phase 3) unterschiedliche Steingrößen abgekippt werden

3.3.4 Dänemark

Ein Überblick über die Standorte und Arten der Korrekturmaßnahmen am Meeresboden, die in den dänischen Gewässern ausgeführt werden müssen, ist in **Abbildung 3.18** dargestellt. Eine Zusammenfassung über die benötigten Mengen für das Eingraben wird in **Tabelle 3.4** gezeigt. In den dänischen Gewässern wird weder gebaggert, noch werden Steine abgekippt. Es ist nicht mit Tragwerken zu rechnen.

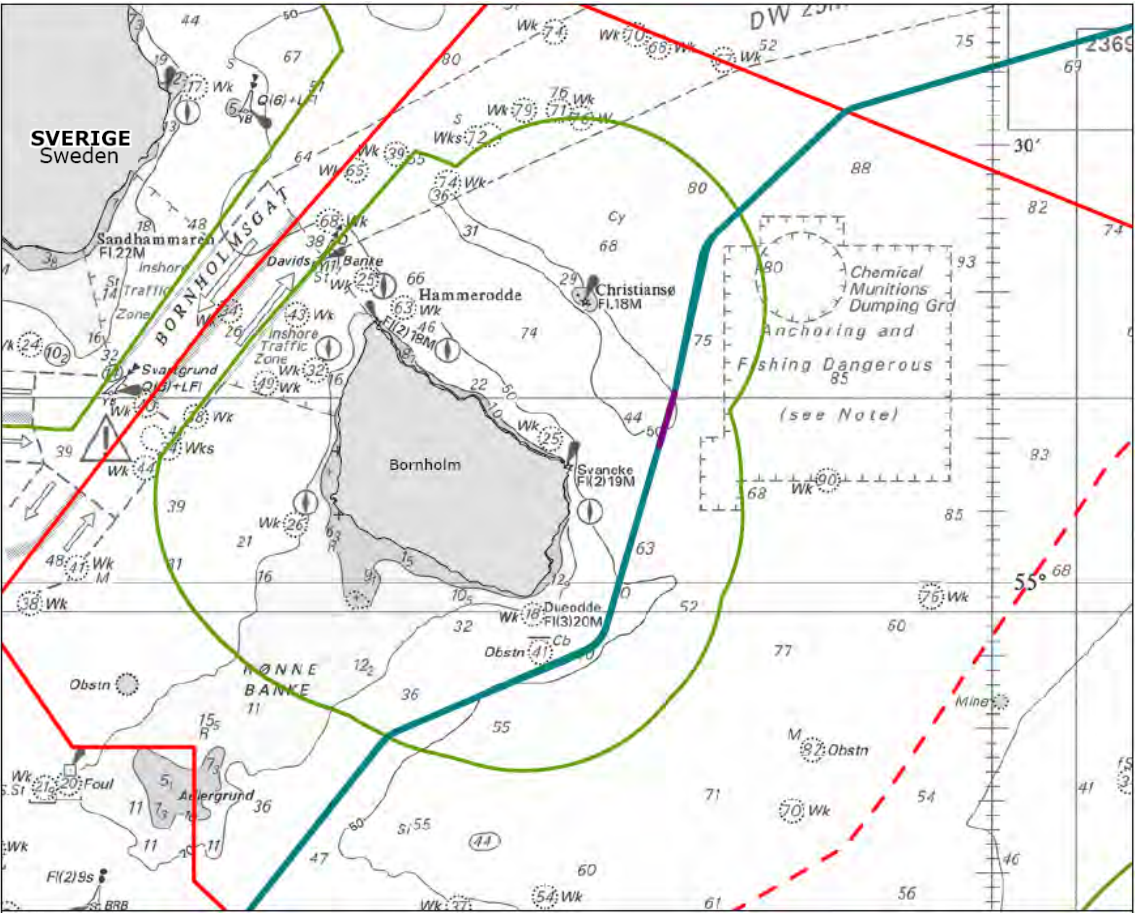


Abbildung 3.18 Überblick über Standorte und Arten der Korrekturmaßnahmen am Meeresboden in dänischen Gewässern. Die violette Linie zeigt das Eingraben an. Es handelt sich hier nur um annähernde Positionsangaben, die später noch optimiert werden können

Tabelle 3.4 Tabellarischer Überblick hinsichtlich des Eingrabelns in den dänischen Gewässern. Es handelt sich um annähernde Mengenangaben, die später noch optimiert werden können

	Nordwestliche Pipeline		Südöstliche Pipeline	
Grabenaushub	Länge (km)	Volumen (m³)	Länge (km)	Volumen (m³)
	10	62.528*	15	93.482*
*Die Mengen wurden auf Basis eines Querschnitts von ~6,2 m² berechnet.				

3.3.5 Deutschland

Ein Überblick über die Standorte und Arten der Korrekturmaßnahmen am Meeresboden, die in den deutschen Gewässern ausgeführt werden müssen, ist in **Abbildung 3.19** dargestellt. In einem großen Teil des deutschen Abschnitts werden Baggerarbeiten erforderlich sein. Das Baggervolumen wird in **Tabelle 3.5** angegeben. Weder Grabenaushub, noch das Abkippen von Steinen oder unterstützende Tagwerke werden für die deutschen AWZ erwartet.

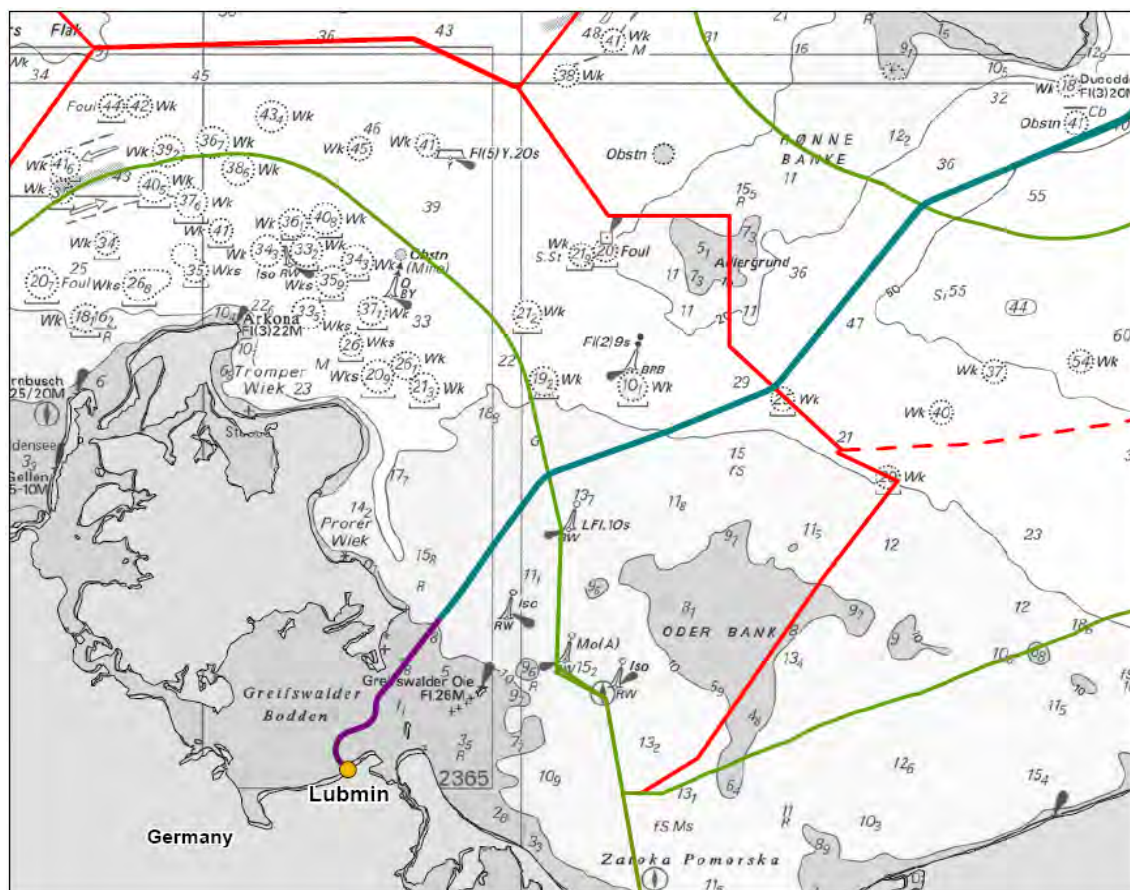


Abbildung 3.19 Überblick über die Standorte und Arten und der Korrekturmaßnahmen am Meeresboden in deutschen Gewässern. Die violette Linie kennzeichnet die Baggerarbeiten vor der Verlegung. Es handelt sich hier nur um annähernde Positionsangaben, die später noch optimiert werden können

Tabelle 3.5 Tabellarischer Überblick zu Baggararbeiten in den deutschen Gewässern. Es handelt sich um annähernde Mengenangaben, die später noch optimiert werden können

	Nordwestliche und südöstliche Pipeline	
Baggern	Länge (km)	Volumen (m ³)
	27	1.850.000*
* Ein Graben für beide Pipelines. Die Mengen wurden der Basis eines Querschnitts von ~68,5 m ² berechnet.		

4 Bewertung der Auswirkungen

4.1 Potenzielle Auswirkungen auf die Umwelt

Die Störung des Meeresbodens beeinträchtigt direkt die Wassersäule und den Meeresboden. Während der Bauarbeiten wird es eine Zone mit physischen Störungen auf jeder Seite der Pipeline geben. Darüber hinaus werden innerhalb des Ankerkorridors bis zu einer maximalen Entfernung von 1 km physische Störungen aufgrund von Ankereinsätzen auf jeder Seite der Pipeline auftreten. Die Bewertungen, auf die sich im Folgenden bezogen wird, konzentrieren sich auf die Auswirkungen außerhalb der Zone der direkten physischen Störung. Die Sedimentausbreitung kann die physische und biologische Umwelt, genauso wie die soziale und die sozioökonomische Umwelt, beeinträchtigen (**Abbildung 4.1**).

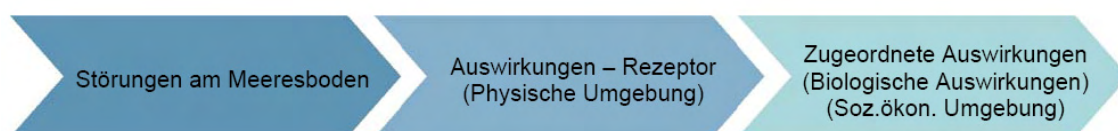


Abbildung 4.1 Ursache der Auswirkungen

Die Auswirkungen auf die physische Umwelt können die folgenden Rezeptoren beeinflussen:

- Wassersäule
- Meeresboden

Die Sedimentausbreitung bewirkt, dass sich zusätzlich Schwebstoffe in der Wassersäule befinden. Im Rahmen der durchgeführten Umweltuntersuchungen wurden an einer großen Anzahl von Proben aus den beteiligten Ländern chemische Analysen durchgeführt. Diese Analysen wurden genutzt, um die mögliche Konzentration und Verteilung von Schadstoffen durch die Störung des Meeresbodens zu quantifizieren. Die Sedimentsuspensionen, die Schadstoffe enthalten, können eine Änderung der Wasserqualität hervorrufen, je nach dem wie löslich die Schadstoffe sind. Nachdem sich die Sedimentation der suspendierten Sedimente vollzogen hat, überdeckt eine neue Sedimentschicht an bestimmten Stellen den Meeresboden.

Die Auswirkungen auf die biologische Umwelt können die folgenden Rezeptoren beeinflussen:

- Plankton
- Benthos

- Fische
- Seevögel
- Meeressäuger und
- Naturschutzgebiete

Die Auswirkungen auf die biologische Umwelt stehen alle in Verbindung mit den oben erwähnten Änderungen der physischen Umwelt, d. h. Änderungen der Trübung oder der zusätzlichen Sedimentation auf dem Meeresboden.

Die Auswirkungen auf die soziale und sozioökonomische Umwelt können die folgenden Rezeptoren beeinflussen:

- Fischfang
- Tourismus
- Kulturerbe

4.2 Bewertungsmethoden

Eine Überschreitung der Konzentration von 1 mg/l wird im Wasser kaum sichtbar sein, da die natürlich auftretenden Konzentrationen in der Ostsee typischerweise bei normalen Wetterbedingungen im Bereich von 1 – 4 mg/l liegen und bei Sturm wesentlich höher sind. Es ist davon auszugehen, dass ein signifikanter Anstieg der sichtbaren Trübung etwa bei Konzentrationen der Schwebstoffe von über 10 mg/l auftritt.

Das Ausmaß der Sedimentausbreitung während der Bauarbeiten wurde mit einem mathematischen Modell berechnet. Das Modell der Sedimentausbreitung beinhaltet das Baggern in Küstennähe, das nachträgliche Einpflügen und das Abkippen von Steinen. Sedimentausbreitung während der Verlegung der Pipelines und die damit verbundene Ankereinsätze wurden auch im Modell dargestellt.

Es muss mit Störungen des Meeresbodens durch die Bauarbeiten selbst in der unmittelbaren Nähe zur Pipeline gerechnet werden. Diese Störungen treten als Aushubhügel entlang der Pipelines dort auf, wo ausgebaggt wird, sie treten als Steinhäufen auf und dort, wo in den Anlandungsbereichen Bauarbeiten stattfinden. Man schätzt ein, dass diese Störungszone maximal 100 m auf jeder Seite der Pipelines beträgt (**Abbildung 4.2**). Nur Teilchen, die außerhalb dieser physischen Störungszone transportiert werden können, wurden modelliert.

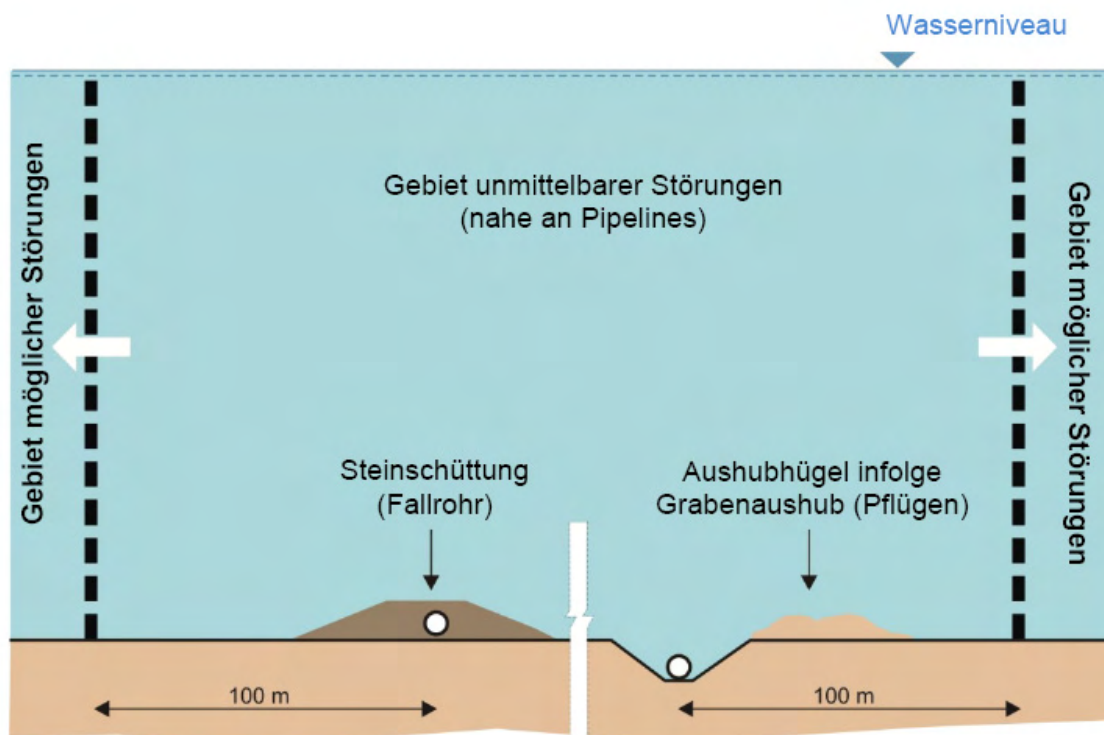


Abbildung 4.2 Störungen in der unmittelbaren Nähe der Pipelines

4.2.1 Sedimenteintrag während der Korrekturmaßnahmen am Meeresboden

Erfahrungen aus anderen Bauarbeiten im Meer haben gezeigt, dass der gesamte prozentuale Sedimenteintrag für Baggerarbeiten unter 5 % der gebaggerten Masse gehalten werden kann. Für Baggerarbeiten wird das Sediment in der Wassersäule angehoben und auf einem Schiff oder auf Dämmen abgeladen. Das numerische Modell der Baggerarbeiten beruhte auf der konservativen Annahme eines prozentualen Sedimenteintrag gut oberhalb der oben erwähnten 5 %.

Für den Grabenbau sind keine prozentualen Werte für den Sedimenteintrag verfügbar. Wenn jedoch mit dem Pflug Gräben gesetzt werden, wird das Sediment nicht durch die Wassersäule gehoben, um es zu lagern oder zu entsorgen. Der Sedimenteintrag beim Pflügen wurde auf etwa 2 % der bewegten Masse des Meeresbodenmaterials geschätzt.

Das für das Abkippen von Steinen verwendete Material ist sehr grob und es wird erwartet, dass der damit verbundene Sedimenteintrag im Verhältnis zu der Suspension der lokalen Sedimente steht, die durch die Wucht der abgekippten Steine auf dem Meeresboden hervorgerufen wird. Für das Abkippen von Steinen wird angenommen, dass die Menge der Suspension proportional

zum Volumen der abgekippten Steine ist und dass die Suspensionsrate proportional zur Abkipprate steht.

Abschließend ist festzustellen, dass der Sedimenteintrag für Baggerarbeiten größer ist als für das Grabenziehen. Außerdem tritt der Sedimenteintrag beim Baggern mehr an der Wasseroberfläche auf. Das Modell für den Sedimenteintrag beruht auf einer konservativen Annahme bezüglich der Geschwindigkeit der Arbeiten in den verschiedenen Bereichen. In jedem Fall ist der Sedimenteintrag beim Abkippen von Steinen wesentlich geringer.

4.2.2 Sedimentausbreitung während der Pipelineverlegung direkt am Meeresboden

Während der Pipelineverlegung können Sedimente vom Meeresboden durch Strömungen aufgewirbelt werden, die vor dem Rohr in der Nähe des Meeresbodens erzeugt werden, wenn es durch die Wassersäule hinabgelassen wird und durch den Druck der Pipeline, wenn sie auf dem Meeresboden auftrifft.

Die Suspension der Sedimente während der Verlegung der Pipelines wurde auf der Grundlage von analytischen Betrachtungen eingeschätzt, um das Ausmaß der Suspension für den ungünstigsten (anzunehmenden) Fall (worst-case scenario) hinsichtlich der Sedimentzusammensetzung zu bestimmen.

Die Pipelines werden von einem Verlegeschiff aus verlegt, das sich mit einer Geschwindigkeit von 2 – 3 km am Tag langsam in horizontaler Richtung vorwärts bewegt, wobei die vertikale Geschwindigkeit der Pipelines sogar noch niedriger ist. Es wurde ermittelt, dass nur sehr geringe Sedimentmengen, etwa 600 kg/km, durch das Auslegen der Pipeline direkt auf dem Meeresboden aufgewirbelt werden. Im Vergleich zu der Suspension während der Korrekturmaßnahmen am Meeresboden ist dies vernachlässigbar. Deshalb wurde die Sedimentverbreitung durch die Verlegung der Pipelines direkt auf dem Meeresboden nicht in das mathematische Modell der Verteilung und der Sedimentbildung einbezogen.

4.2.3 Sedimentausbreitung durch Ankereinsätze

Während Ankerversetzungen von einer Position zur anderen werden die Anker und die Ketten vom Meeresboden angehoben und durch die Wassersäule bewegt, um zu einer neuen Position des Schleppers zu gelangen.

Zu den Tätigkeiten, die eine Sedimentsuspension hervorrufen können, gehören das Setzen der Anker auf dem Meeresboden, das Schleifen der Ankerketten über den Meeresboden während der Bewegung des Verlegeschiffes und das Einholen der Anker vom Meeresboden, wenn sie geborgen und zu einer neuen Position gebracht werden.

Man ist davon auszugehen, dass die Anker im weichen Sediment einsinken werden, wenn sie auf dem Meeresboden aufkommen. Wird am Anker gezogen, um die gewünschte Haltekraft zu erreichen, wird keine signifikante Sedimentsuspension in der Wassersäule erwartet. Wenn sich die Verlegeschiffe vorwärts bewegen, schleift die Ankerkette über den Meeresboden. Diese Bewegung kann geringe Sedimentsuspension hervorrufen, sogar wenn die Bewegung der Ankerkette sehr langsam ist.

Wird der Anker wieder eingeholt, kann etwas Sediment am Anker haften bleiben und in der Wassersäule suspendiert werden.

Insgesamt ist der Sedimenteintrag auf Basis der konservativen Annahmen mit maximal 400 – 1,800 kg pro Ankerposition geschätzt worden. Die Sedimentausbreitung durch die Anker wurde nicht modelliert, da sich die signifikante Sedimentausbreitung auf die unmittelbare Nähe der jeweiligen Anker beschränkt.

4.2.4 Sedimentausbreitung

Die Ausbreitung der Sedimentfracht wird von einer Vielzahl von Faktoren bestimmt. Dazu gehören die Strömungen und Wellen und die Sedimenteigenschaften. Der Hauptparameter, der die zurückgelegte Distanz eines Partikels bestimmt, ist die Absetzgeschwindigkeit. Im Allgemeinen haben die feinkörnigen Teilchen die geringste Absetzgeschwindigkeit, was eine größere Verteilung der Sedimente mit der Strömung ermöglicht. Die Verteilung der Korngröße der Meeresbodensedimente und andere angewendete geotechnische Parameter beruhen auf einer physikalischen Analyse einer großen Anzahl von Meeressedimentproben.

Numerische Modelle der Teilchenanalyse wurden genutzt, um den Transport und das Verbleiben der suspendierten oder gelösten Stoffe dreidimensional zu simulieren. Es wurden Informationen zu den Strömungsgeschwindigkeiten und den Wasserständen von bereits verfügbaren hydrodynamischen Modellen eingeholt, die über Jahrzehnte angepasst wurden und es die entsprechenden meteorologischen Änderungen berücksichtigen.

Um die Variabilität zu untersuchen, wurden die verschiedenen meteorologischen Bedingungen betrachtet, die durch ruhige, mittlere und raue Bedingungen für die Verteilung der Sedimente dargestellt werden.

Die Ergebnisse der Modellsimulation wurden wie folgt ausgewertet:

- Gesamtmenge der suspendierten Sedimente
- Bereich und mittlere Dauer der Konzentration der suspendierten Sedimente
- Bereich der Sedimentation am Meeresboden und Sedimentationsrate

- Verteilung von Schadstoffen durch Sedimentausbreitung

Die Auswirkungen durch die Lage des Grabenaushubs und des Abkippens von Steinen wurden entlang der gesamten Pipelineroute modelliert. Im Folgenden wurden ein Grabenaushubsstandort in Schweden und ein Standort für das Abkippen von Steinen in Finnland ausgewählt, um die typischen Ergebnisse der Modellierung darzulegen.

Abbildung 4.3 zeigt die Ergebnisse des Modells für Sedimente, die in Suspension übergegangen sind, wenn die Pipeline südlich von Hoburgs Bank in Schweden eingepflügt wird. Die modellierten Konzentrationen suspendierter Sedimente werden in sechs verschiedenen Zeitstufen dargestellt. Die Modellierung zeigt, dass die erhöhte Sedimentkonzentration von kurzer Dauer ist.

Abbildung 4.4 zeigt die modellierten Schadstoffkonzentrationen (erläutert mittels PAK), die durch Abkippen von Steinen bei Kalbädagrund in Finnland in der Nähe der estnischen Grenze hervorgerufen werden. Es werden ähnlich wie bei **Abbildung 4.3** sechs Stufen angezeigt und verdeutlichen die kurze Dauer der Auswirkung.

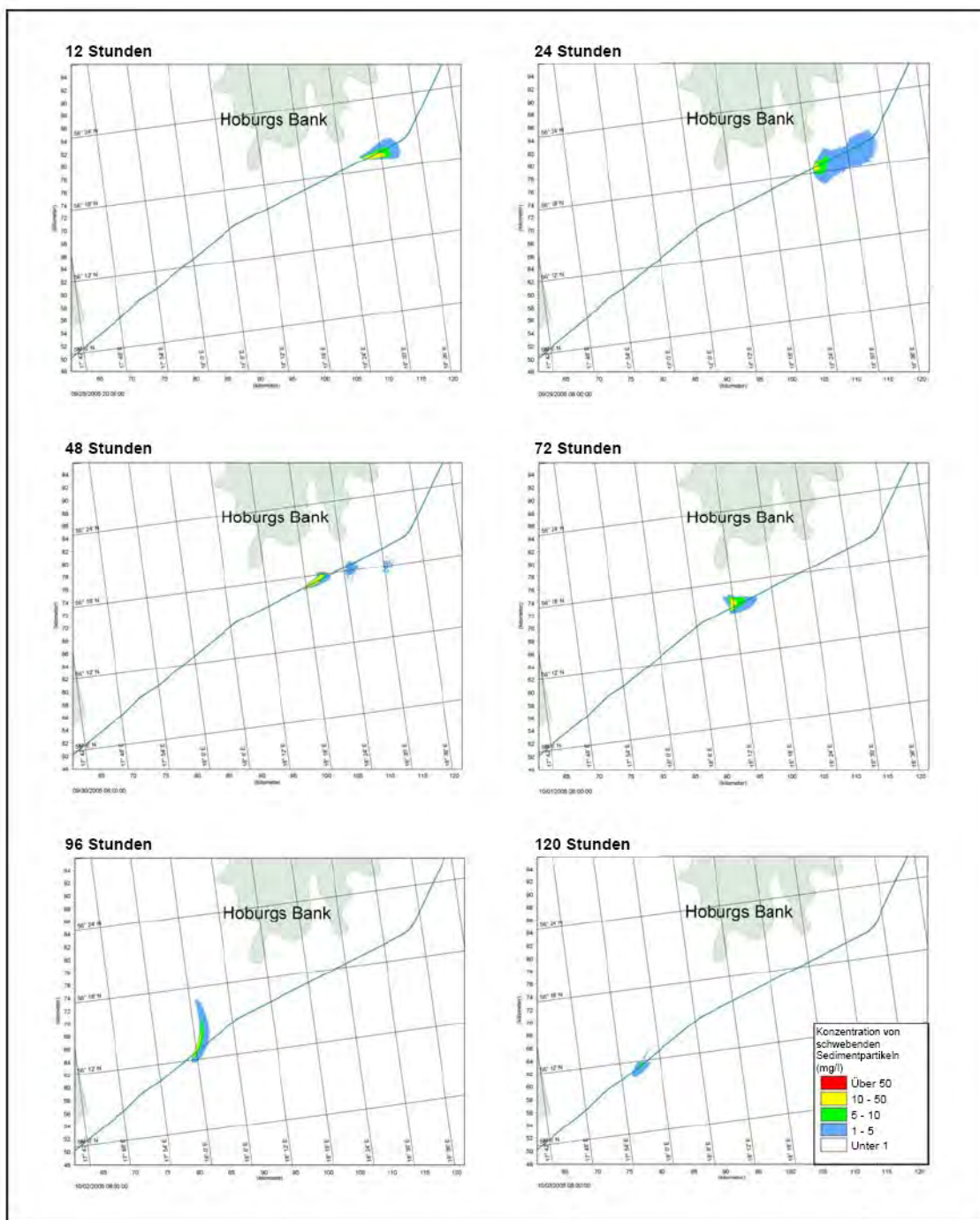


Abbildung 4.3 Modellierte Konzentration der suspendierten Sedimente während des Grabenaushubs vor der Pipelineverlegung bei der Hoburgs Bank unter normalen Wetterbedingungen. Die Zeitmessung beginnt mit dem Grabenaushub. Der Grabenaushub wird innerhalb von 108 Stunden kontinuierlich in drei Abschnitten ausgeführt

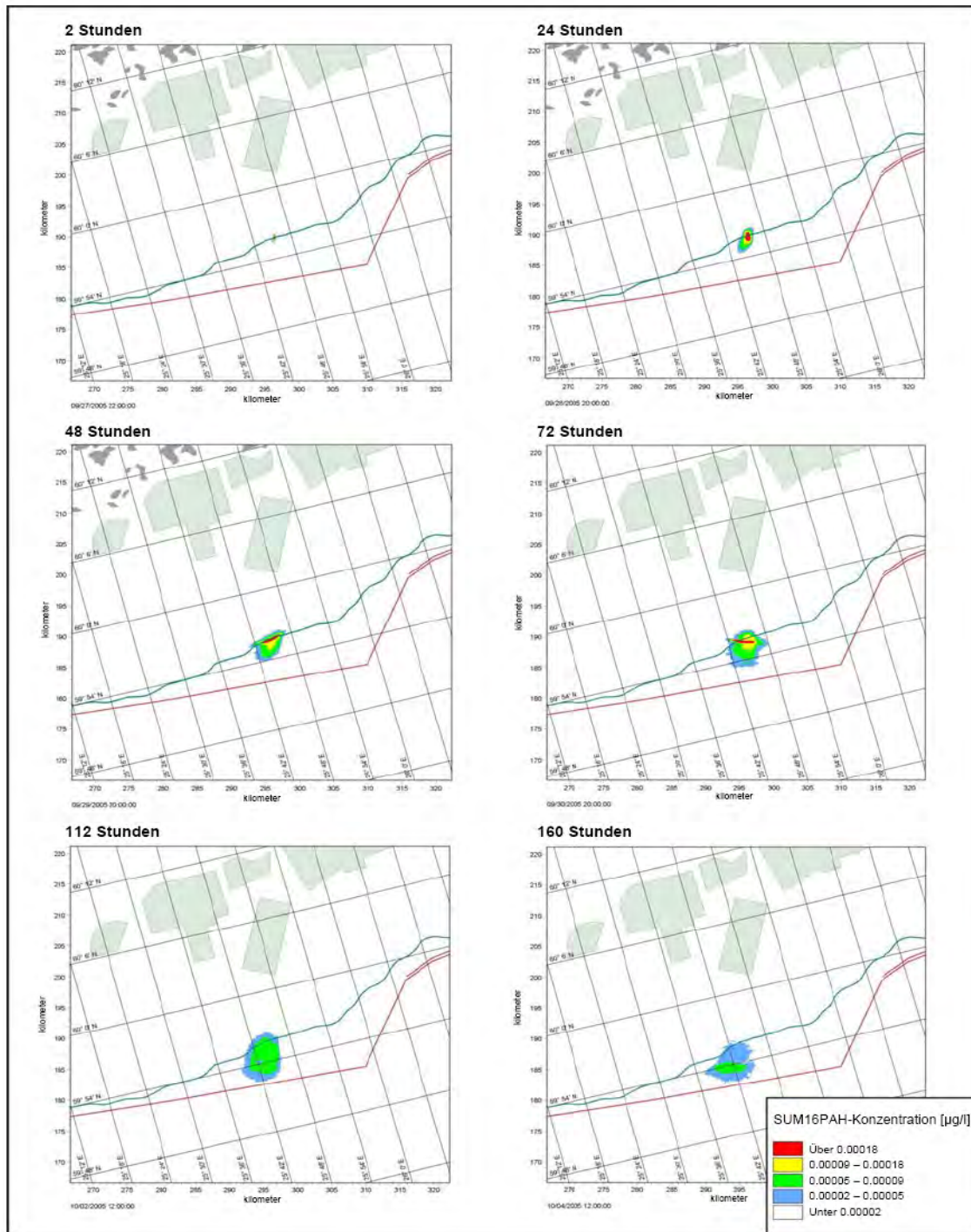


Abbildung 4.4 Modellierte Konzentration der PAK während des Abkippens von Steinen vor der Pipelineverlegung bei Kalbådagrund im Finnischen Meerbusen unter normalen Wetterbedingungen. Die Zeitmessung beginnt mit dem Abkippen von Steinen. Das Abkippen der Steinen wird kontinuierlich innerhalb von 88 Stunden an 4 Standorten durchgeführt

4.3 Umweltauswirkungen

4.3.1 Zusammenfassung der Auswirkungen

Eine Diskussion der Umweltauswirkungen im Einzelnen gehört nicht zum Umfang dieser Übersicht, da diese im Rahmen der nationalen UVPs und des Hauptdokuments des Nord Stream Espoo Berichts enthalten ist. Es wird jedoch im Folgenden ein Überblick der bewerteten Auswirkungen auf die physisch, umweltbezogene, sowie die soziale und sozioökonomische Umwelt gegeben, die der physischen Störung des Meeresbodens folgen.

Gemäß dem Verfahren der Auswirkungsbewertung, wurden die Bewertungen entsprechend der Ebene, der Dauer und Intensität in einer Bewertung des Ausmaßes der Auswirkung zusammengefasst. Das Ausmaß und die Empfindlichkeit des Objekts bestimmen die Gesamtsignifikanz einer Auswirkung.

Wenn die Auswirkungen sich nicht vom Hintergrundwert abheben, werden weder das Ausmaß noch die Signifikanz in der unten stehenden Tabelle angegeben. Auswirkungen, die als nicht signifikant bewertet wurden, sind in der Tabelle angegeben, aber werden nicht weiter kommentiert.

Physische Umwelt

In **Tabelle 4.1** wird ein Überblick über die Auswirkungen auf die physische Umwelt gegeben. Es werden nur Auswirkungen zusammengefasst, die sich direkt auf eine Störung des Meeresbodens beziehen. Deshalb werden Auswirkungen auf die Atmosphäre, verursacht durch Schiffe während der Bauarbeiten (d. h. Luftverschmutzung) nicht einbezogen.

Die Auswirkungen auf die physische Umwelt, die von der Tabelle erfasst werden, beziehen sich hauptsächlich auf die Wassersäule, da Änderungen der Morphologie und der Sedimente des Meeresbodens eng mit den Auswirkungen auf die biologische und die sozioökonomische Umwelt verknüpft sind.

Tabelle 4.1 Auswirkungen auf die physische Umwelt

Auswirkung	Ebene	Dauer	Inten- sität	Ausmaß	Empfind- lichkeit	Signifikanz der Aus- wirkung
Meeresboden						
Physische Veränderung durch Korrekturmaßnahmen am Meeresboden	Lokal - Regional	Langfristig	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Gering
Physische Veränderung durch Pipelineverlegung und Ankereinsatz	Lokal	Langfristig	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Gering
Wassersäule						
Erhöhte Trübung durch Korrekturmaßnahmen am Meeresboden	Regional	Kurzzeitig	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Gering
Erhöhte Trübung durch Pipelineverlegung und Ankereinsatz	→	→	→	→	→	Nicht signifikant
Freisetzen von Schadstoffen durch Korrekturmaßnahmen am Meeresboden	Regional	Kurzzeitig	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Gering
Freisetzen von Nährstoffen durch Korrekturen am Meeresboden	→	→	→	→	→	Nicht signifikant

Die Korrekturen am Meeresboden werden eine physische Veränderung des Meeresbodens verursachen, von der man annimmt, dass sie überall, wo diese Arbeiten durchgeführt werden, eine **geringe** Signifikanz aufweisen. Das Ausbaggern und Errichten von Spundwänden in der

deutschen AWZ wird die Freisetzung von Schadstoffen aus den Meeresbodensedimenten verursachen, sowie physische Veränderungen des Meeresbodens bewirken. Von beiden Auswirkungen nimmt man an, dass sie von **geringer** Signifikanz sind.

Korrekturmaßnahmen am Meeresboden führen zu Störungen der Sedimente und zu einer darauffolgenden Sedimentresuspension nebst anderer Verbindungen, die sich in den Sedimenten befinden. Damit erhöhen sich die Trübung und die Freisetzung von Schadstoffen in die Wassersäule. Die Erhöhung der Trübung und die Freisetzung von Schadstoffen aufgrund von Korrekturmaßnahmen am Meeresboden wurden so eingeschätzt, dass in den Arbeitsbereichen, eine **geringe** Auswirkung auf die Wassersäule auftreten wird.

Biologische Umwelt

Die Bewertung der Auswirkungen auf die biologische Umwelt verursacht durch die Störung des Meeresbodens werden in **Tabelle 4.2** zusammengefasst. Es sollte erwähnt werden, dass ähnlich wie bei den Auswirkungen auf die Atmosphäre, die Auswirkungen des durch die Arbeiten am Meeresboden verursachten Lärms, nicht im Rahmen dieser Zusammenfassung berücksichtigt werden.

Tabelle 4.2 Auswirkungen auf die biologische Umwelt

Auswirkung	Ebene	Dauer	Intensität	Ausmaß	Empfindlichkeit	Signifikanz der Auswirkung
Plankton						
Schwebstoffe	→	→	→	→	→	Nicht signifikant
Freisetzung von Schadstoffen	→	→	→	→	→	Nicht signifikant
Marines Benthos						
Erhöhte Trübung - Pipelineverlegung, Abkippen von Steinen, Tragwerke	Regional	Kurzzeitig bis langfristig	Niedrig - mittel	Niedrig	Niedrig-Hoch	Gering - mäßig*
Freisetzung von Schadstoffen, Pipelineverlegung, Abkippen von Steinen, Tragwerke, Ankereinsätze	Lokal	Langfristig	Niedrig	Niedrig	Niedrig - hoch*	Gering
Freisetzung von Nährstoffen	→	→	→	→	→	Nicht signifikant

Auswirkung	Ebene	Dauer	Intensität	Ausmaß	Empfindlichkeit	Signifikanz der Auswirkung
Physischer Verlust des Meeresboden-habitats, Pipelineverlegung (inkl. Verbindung), Abkippen von Steinen, Ankereinsatz	Lokal	Kurz-zeitig- bis lang-fristig	Niedrig - mittel	Niedrig	Niedrig - hoch*	Gering - mäßig*
Absterben (seitliches Rutschen des Meeresbodens)	Lokal	Kurz-zeitig	Mittel	Niedrig	Niedrig - hoch*	Gering - mäßig*
Fische						
Erhöhte Trübung durch Korrekturen am Meeresboden	→	→	→	→	→	Gering - mäßig
Freisetzung von Schadstoffen, Korrekturen am Meeresboden	→	→	→	→	→	Gering - mäßig
Physische Änderungen am Meeresboden, Abkippen von Steinen, Präsenz der Pipeline	Lokal	Lang-fristig	Mittel	Niedrig	Niedrig - hoch	Gering - mäßig
Vögel						
Erhöhte Trübung , Pipelineverlegung, Ankereinsatz, Korrekturmaßnahmen am Meeresboden	Lokal - regional	Kurz-zeitig	Niedrig	Niedrig	Niedrig - hoch*	Gering - mäßig*
Habitatverlust auf dem Meeresboden	Lokal	Kurz-zeitig	Niedrig	Niedrig	Niedrig - hoch*	Gering - mäßig*
Meeressäuger						
Erhöhte Trübung , Pipelineverlegung, Ankereinsatz, Korrekturmaßnahmen am Meeresboden	→	→	→	→	→	Nicht signifikant
Freisetzung von	→	→	→	→	→	Nicht

Auswirkung	Ebene	Dauer	Intensität	Ausmaß	Empfindlichkeit	Signifikanz der Auswirkung
Schadstoffen, Pipelineverlegung, Ankereinsatz, Korrekturmaßnahmen am Meeresboden						signifikant
Naturschutzgebiete						
Erhöhte Trübung, Pipelineverlegung, Ankereinsatz, Korrekturmaßnahmen am Meeresboden	Regional **	Kurz- zeitig**	Niedrig**- mittel*	Niedrig**- mittel*	Hoch***	Nicht signifikant/m äßig
Physische Veränderungen am Meeresboden, Pipelineverlegung, Ankereinsatz, Korrekturmaßnahmen am Meeresboden	→	→	→	→	→	Nicht signifikant
* Gilt für den Abschnitt der Pipelines, der die empfindlichen Naturschutzgebiete in Deutschland durchquert						
** Gilt für die Auswirkungen auf das Naturschutzgebiet Skala Hally in Russland						

Korrekturmaßnahmen am Meeresboden, einschließlich Baggern, Grabenaushub, Abkippen von Steinen, Installation von Tragwerken und Überdruckschweißen unter Wasser, sowie das Verlegen der Pipeline und der Ankereinsatz, werden die Beeinträchtigungen des marine Benthos vergrößern. Für das marine Benthos besteht potentiell die Gefahr des Absterbens, des Verstopfens der filtrierenden Organe mit Sedimenten, die zur Nahrungsaufnahme dienen, sowie die Verringerung des Lichtwertes, was die Pflanzen bei der Photosynthese behindert.

Eine Erhöhung der Trübung durch Korrekturmaßnahmen am Meeresboden und Pipelineverlegung werden für den überwiegenden Teil der Pipelineroute eine **geringe** Auswirkung auf das marine Benthos haben, wobei der Ankereinsatz zu diesen Auswirkungen beiträgt. In den Gebieten der Pommerschen Bucht, der Oderbank und der Boddenrandschwelle in der deutschen AWZ wird diese Auswirkung, aufgrund der hohen Empfindlichkeit der Benthos-Arten **mäßig** sein.

Korrekturmaßnahmen am Meeresboden, Pipelineverlegung und Ankereinsatz werden die Freisetzung von Schadstoffen entlang der gesamten Pipelineroute verursachen, daher wurde die Signifikanz als **gering** bewertet.

Entlang der gesamten Pipelineroute werden die Korrekturmaßnahmen am Meeresboden, die Pipelineverlegung und der Ankereinsatz zum physischen Verlust des Meeresbodenhabitats beitragen. Diese Auswirkung wird überall **gering** sein, außer in den Gebieten der Pommerschen Bucht, der Oderbank und der Boddenrandschwelle in der deutschen AWZ, wo die Auswirkungen **mäßig** sein werden.

Absterben (seitliches Absinken des Sediments) tritt als Ergebnis der Korrekturmaßnahmen am Meeresboden und der Pipelineverlegung in den russischen, schwedischen, dänischen und deutschen AWZs auf. Die Auswirkungen werden **gering** sein, außer in den Gebieten der Pommerschen Bucht und der Oderbank in der deutschen AWZ, wo die Auswirkungen **mäßig** sein werden.

Korrekturmaßnahmen am Meeresboden die im Zusammenhang mit Überdruckschweißen unter Wasser in Verbindungen stehen, werden zum physischen Verlust des Meeresbodenhabitats in den Gebieten beitragen, in denen sie eingesetzt werden. Die Signifikanz dieser Auswirkung auf das Benthos wird mit **gering** bewertet.

Für die Korrekturmaßnahmen am Meeresboden in der deutschen AWZ wird vorausgesagt, dass sie **geringe** bis **mäßige** Auswirkungen auf die Fische haben werden, da sich die Trübung erhöht und Schadstoffe freigesetzt werden. Für das Abkippen von Steinen in der schwedische AWZ wird vorausgesagt, dass eine signifikante Auswirkung auf die Fische zu erwarten ist, da der Meeresboden physisch verändert wird; dies wird auch als **geringe** bis **mäßige** Signifikanz angesehen.

Von Korrekturmaßnahmen am Meeresboden, einschließlich Baggern, Grabenaushub, Abkippen von Steinen, Installation von Tragwerken und Errichten von Spundwänden, wird vorausgesagt, dass sie direkte und indirekte Wirkungen auf die Seevögel in den russischen, schwedischen, dänischen und deutschen AWZs haben werden. In der russischen und deutschen AWZ werden signifikante Auswirkungen durch eine erhöhte Trübung und den Verlust des Meeresbodenhabitats auftreten; von diese Auswirkungen wird angenommen, dass sie **geringe** bis **mäßige** Signifikanz aufweisen werden.

Von dem Ankereinsatz in der deutschen AWZ sagt man voraus, dass er eine Auswirkung von **geringer** bis **mäßiger** Signifikanz auf die Seevögel haben wird, da es einen Verlust des Meeresbodenhabitats gibt.

Man geht davon aus, dass in der russischen AWZ die Korrekturmaßnahmen am Meeresboden eine signifikante Erhöhung der Trübung verursachen, die nur das Naturschutzgebiet Skala Hally betreffen wird. Die Signifikanz diese Auswirkung wird als **mäßig** bewertet. In Deutschland

verursachen die Korrekturmaßnahmen am Meeresboden eine erhöhte Trübung, die wahrscheinlich die Habitate und die Fauna beeinträchtigt, die zu einem Naturschutzgebiet in dieser AWZ gehören. Auswirkungen auf diese Natur werden nur dort erwartet, wo die Pipelineroute mit einigen wenigen Kilometern das geschützte Gebiet durchquert. **Mäßige** Auswirkungen werden erwartet.

Soziale und sozioökonomische Umwelt

In **Tabelle 4.3** werden die sozialen und sozioökonomischen Auswirkungen auf die Umwelt zusammengefasst.

Tabelle 4.3 Auswirkungen auf die soziale und sozioökonomische Umwelt

Auswirkung	Ebene	Dauer	Intensität	Ausmaß	Empfindlichkeit	Signifikanz der Auswirkung
Fischfang						
Störungen des Meeresbodens im Zusammenhang mit Korrekturmaßnahmen am Meeresboden und Ankereinsatz	→	→	→	→	→	Nicht signifikant
Tourismus und Freizeit						
Störung des Meeresbodens im Zusammenhang mit dem Bau und dem Präsenz der Pipelines	→	→	→	→	→	Keine
Kulturerbe						
Korrekturmaßnahmen am Meeresboden, Pipelineverlegung, Ankereinsatz	→	→	→	→	→	Nicht signifikant
Offshore-Infrastruktur						
Korrekturmaßnahmen am Meeresboden, Pipelineverlegung, Ankereinsatz	→	→	→	→	→	Nicht signifikant

Die Auswirkungen der Korrekturmaßnahmen am Meeresboden auf die Fischerei beziehen sich nur auf die Wassersäule. Potenzielle Auswirkungen, hervorgerufen durch die Veränderung des Meeresbodens, werden im Kernthemenpapier über Fische und Fischerei (Key Issue Paper on Fish and Fisheries) behandelt.

Es sind keine Auswirkungen auf den Tourismus und die Freizeitaktivitäten durch Störungen des Meeresbodens zu erwarten.

Es werden alle erdenklichen Maßnahmen getroffen, um die Störung des kulturellen Erbes auf dem Meeresboden oder darin zu vermeiden. Die Auswirkungen darauf werden deshalb als nicht signifikant angesehen. Um das Überqueren oder Tangieren anderer Infrastrukturen kümmert man sich während der Planung und der Konzeptionsphase durch Konsultationen mit den Eignern der Infrastrukturen. Deshalb werden die Auswirkungen als nicht signifikant erachtet.

4.3.2 Zusammenfassung der Auswirkungen in den Anlandungsbereichen

Im Folgenden werden die Auswirkungen bestimmter Aktivitäten in den Anlandungsbereichen in Russland, bzw. in Deutschland zusammengefasst.

Russischer Anlandungsbereich **Abbildung 4.5** zeigt die modellierte Ablagerung durch Erdarbeiten im Meer aufgewirbelter Sedimenten in der Bucht von Portovaya an der russischen Anlandungsstelle. Die modellierte Sedimentation ist der "Bruttowert der Sedimentation". Da in diesem Bereich das Wasser sehr flach ist, wird ein signifikanter Anteil des Sedimenteintrags sofort durch die Strömungen und die Wellen resuspendiert und zu anderen Bereichen transportiert. Deshalb wird ein Teil des sich absetzenden Sedimenteintrags allmählich zu anderen Bereichen transportiert, wodurch, wie es das Modell zeigt, die durch das aufgewühlte Sediment entstehende Schicht dünner wird, aber sich weitläufiger im Gebiet verteilt.

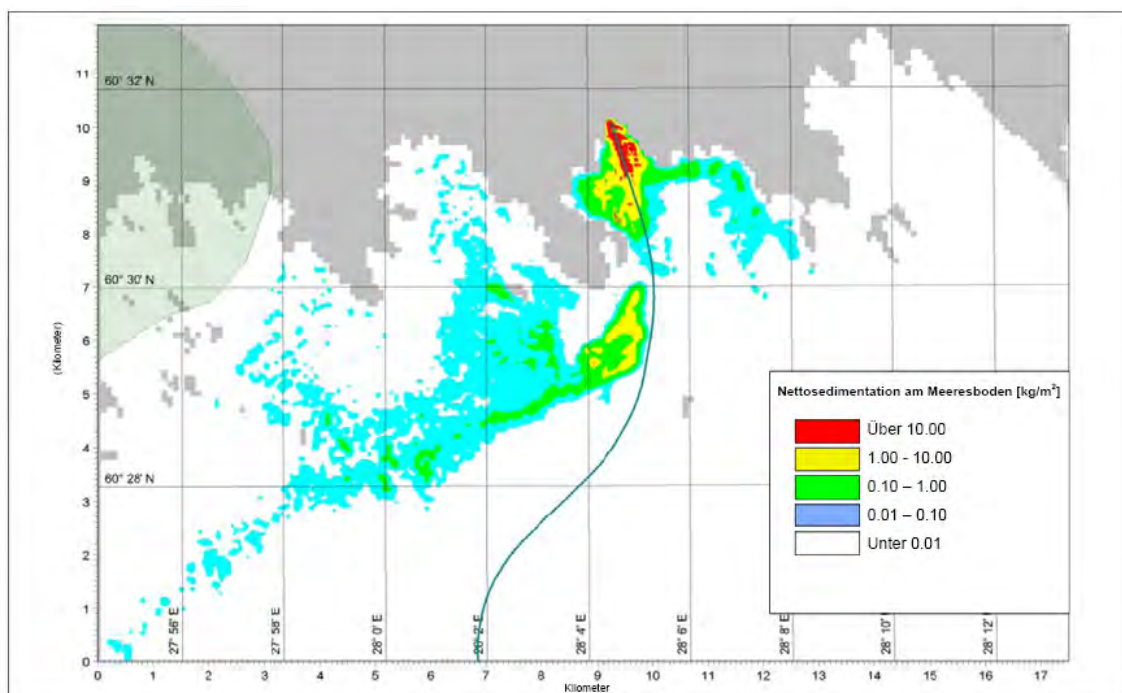


Abbildung 4.5 Netto-Sedimentation (kg/m^2) am Meeresboden während des Baggers in der Bucht von Portovaya

In **Abbildung 4.6** wird das Ergebnis einer numerischen Modellierung der Sedimentkonzentration gezeigt, die durch das Aufwirbeln von Sedimenten in Verbindung mit Baggerarbeiten für die Offshore-Pipelines in dem russischen Anlandungsbereich verursacht wird. Die Modellierung zeigt, dass eine Konzentration von 1 mg/l über 72 Stunden lang in der Bucht von Portovaya anhalten wird. Es wird einen Bereich mit einer Konzentration über 1 mg/l in der unmittelbaren Nähe der Pipeline geben. Die maximalen Konzentrationen werden jedoch nur während einer relativ kurzen Zeit erreicht.

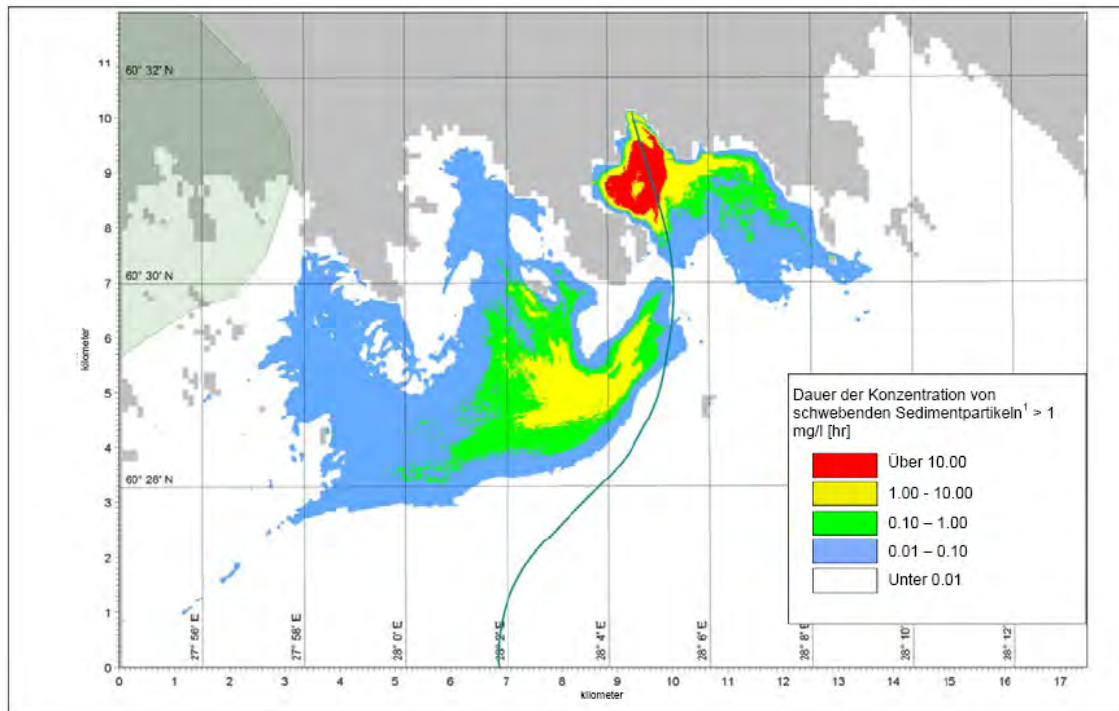


Abbildung 4.6 Dauer des suspendierten Sediments bei einer Konzentration von >1 mg/l während der Baggerarbeiten in dem russischen Abschnitt

Deutsche Anlandungsstelle

Das Verlegen der Pipeline in einem offenen Graben verursacht eine temporäre Veränderung der Reliefgegebenheiten auf dem Meeresboden. Nach Abschluss der Arbeit werden die ursprünglichen Reliefgegebenheiten wieder vorherrschen. Es ist nicht davon auszugehen, dass es andauernden Auswirkungen auf die Hydrographie geben wird.

Es wurden Simulationen bei Windgeschwindigkeiten von 5 bis 10 m/s für alle Windrichtungen durchgeführt, da die Winde hauptsächlich im ruhigen Bereich liegen, konzentrierte man sich auf die Auswirkungen bei einer Windgeschwindigkeit von 5 m/s. Ferner wurde vorausgesetzt, dass die Baggerarbeiten bei großen Windgeschwindigkeiten eingestellt oder wesentlich reduziert werden. **Abbildung 4.7** und **Abbildung 4.8** zeigen bildliche Darstellungen für die maximalen Trübung und die Sedimentationsraten bei Windgeschwindigkeiten von 5 m/s aus allen Richtungen, über eine Zeitspanne von 5 Tagen. Es ist zu bemerken, dass die Modellierung ein zusammengesetztes Bild zeigt, da die Ergebnisse aus allen Windrichtungen einbezogen sind. Außerdem wird angenommen, dass alle Bagger gleichzeitig am selben Standort arbeiten.

Die Simulation der Sedimentausbreitung zeigt, dass die Mehrheit der Bagger- und Transportarbeiten, die im Zusammenhang mit der Pipelineverlegung in einem Graben stehen, zu Sedimentablagerungen zwischen 3 und 1 mm in der unmittelbaren Nähe (bis zu etwa 50 m),

zwischen 0,7 und 0,5 mm bei einer Entfernung von etwa 100 m, etwa 0,3 mm bei einer Entfernung von etwa 150 m, und weniger als 0,1 mm bei einer Entfernung von 500 m führen.

Im Fall, dass das Sediment die Trübung nur leicht erhöht (hauptsächlich Sand), könnte ein Schwebstoffgehalt von 1.000 mg/l bis zu einer Entfernung von etwa 100 m auftreten, während ein Gehalt von 100 mg/l in einer Entfernung von etwa 500 m auftreten würde. Im Fall eines Sediments, das die Trübung in größerem Maße erhöht (schluffige Sande, einige davon haben einen höheren Anteil an organischen Stoffen) könnten die Schwebstoffe einen Anteil von 50 bis 500 mg/l erreichen, die bis zu 500 m weit driften und sich (in einigen Fällen) weiter als 2.000 m von der Quelle (d. h. vom Bagger oder der Verklappungsschute) bewegen können.

Abschließend ist festzuhalten, dass man von der Bautätigkeit für die Pipelineverlegung in einem offenen Graben annimmt, dass geringe bis mittlere Auswirkungen nur für kurze Zeit auftreten. In der unmittelbaren Nähe der Bauarbeiten können mäßige Auswirkungen auftreten. In einem weiteren Radius von etwa 500 m werden geringe bis sehr geringe Auswirkungen entstehen.

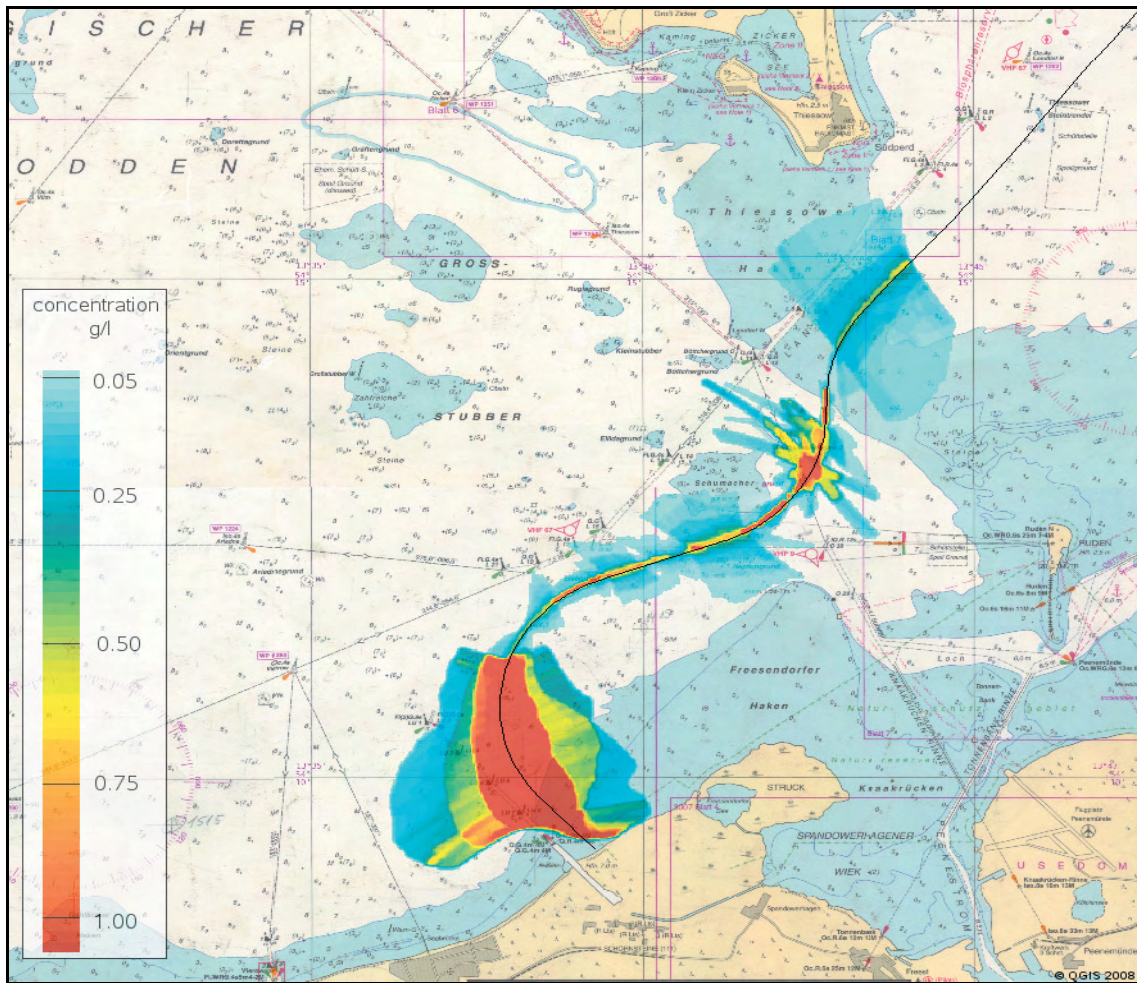


Abbildung 4.7 Übersicht der Gebiete mit maximaler Trübung (in g/l) für alle Windrichtungen bei einer Windgeschwindigkeit von 5 m/s und einem Störzeitraum von 5 Tagen



Abbildung 4.8 Übersicht über die Sedimentationsraten (in kg/m²) für alle Windrichtungen bei einer Windgeschwindigkeit von 5 m/s und einem Störzeitraum von 5 Tagen

4.3.3 Grenzüberschreitende Auswirkungen

Die Auswirkungen auf die physische, biologische und sozioökonomische Umwelt in den einzelnen Ursprungsländern, durch die die vorgeschlagenen NordStream-Pipelines hindurchgehen, werden oben zusammengefasst. Die Auswirkungen werden im Allgemeinen entweder als nicht signifikant oder höchstens als gering eingeschätzt. Im Folgenden wird das Potenzial dieser Auswirkungen für grenzüberschreitende Beeinträchtigungen geprüft.

Korrekturmaßnahmen am Meeresboden

Wie bereits beschrieben, sind die Anforderungen an die Korrekturmaßnahmen in den fünf Ländern verschieden. Das Abkippen von Steinen wird hauptsächlich im Trassenabschnitt der den Finnischen Meerbusen und die Nördliche Zentrale Ostsee durchquert notwendig sein, wobei Baggern und Grabenaushub an den Anlandungsstellen und in den Trassenabschnitten, welche die Zentrale Ostsee und die Südliche Zentrale Ostsee durchquert, erforderlich sind.

Der Auswirkungsbereich der meisten Arbeiten für die Korrekturmaßnahmen am Meeresboden in jedem Ursprungsland wird nicht das Ausmaß erreichen, dass Auswirkungen auf die physische Umwelt in ein anderes Ursprungsland hineinreichen. Jedoch können, theoretisch gesehen, Korrekturmaßnahmen am Meeresboden sehr nahe zur Grenze eines anderen Ursprungslandes stattfinden und Auswirkungen auf der anderen Seite der Grenze hervorrufen. Solche grenzüberschreitenden Auswirkungen durch Korrekturen am Meeresboden werden in jedem Fall ein niedriges Ausmaß und geringe Signifikanz haben.

Die Entfernung zwischen der Pipelinerroute und den AWZ-Grenzen von Lettland, Litauen und Polen ist so groß, dass keine erkennbaren Auswirkungen durch Korrekturen am Meeresboden in diesen Ländern vorauszusehen sind.

Aufgrund der Nähe der Pipelinerroute zur estnischen AWZ, wurde eine Modellierung der Schadstoffe mit spezieller Beachtung der grenzüberschreitenden Wirkungen durchgeführt. Eine erhöhte Trübung in den estnischen Gewässern, aufgrund der Korrekturmaßnahmen am Meeresboden, wird mit Sicherheit nicht signifikant sein. Die Modellierung der möglichen Schadstoffverbreitung als eine Folge der Sedimentausbreitung hat nachgewiesen, dass die Konzentrationen niedrig sein werden und die Auswirkung als gering anzusehen ist. Da alle Annahmen konservativ sind, wird die Auswirkung auf die estnischen Gewässer höchstwahrscheinlich nicht signifikant sein.

Die Auswirkungen auf die biologische Umwelt aufgrund von Störungen des Meeresbodens, die durch Korrekturmaßnahmen am Meeresboden verursacht werden, sind eng verbunden mit den Auswirkungen auf die physische Umwelt. Außer bei einigen wenigen Standorten in den Ursprungsländern, die als hoch-sensibel für Störungen anzusehen sind, ist die allgemeine Bewertung so, dass die Auswirkungen auf die biologische Umwelt, die durch Störungen des Meeresbodens verursacht werden, nicht signifikant oder gering sind. Folgt man den oben beschriebenen Argumenten, sind die grenzüberschreitenden Auswirkungen auch als nicht signifikant anzusehen.

Ankereinsätze

Die Störungen des Meeresbodens durch Pipelineverlegung und Ankereinsatz wird in allen Ursprungsländern mehr oder weniger ähnlich sein. Grenzüberschreitende Auswirkungen durch Ankereinsatz auf einer Seite der Grenze werden die gleichen Auswirkungen haben, wie die

Auswirkungen auf der anderen Seite der Grenze. Die grenzüberschreitenden Auswirkungen durch Ankereinsatz in den Ursprungsländern werden als nicht signifikant angesehen.

In den einzelnen Abschnitten, in denen die Route durch die finnische AWZ verläuft, die sich innerhalb von 0,5 km der Grenze zwischen den finnisch-estnischen AWZ nähert, wird das Halten des Verlegeschiffs durch Schlepper unterstützt, um zu vermeiden, dass Anker im Meeresboden innerhalb der estnischen AWZ gesetzt werden. Als Alternative gibt es ein dynamisch positionierbares Verlegeschiff, das keine Anker nutzt. Grenzüberschreitende Auswirkungen in Estland durch Ankereinsatz in Finnland werden deshalb nicht erwartet.

Die grenzüberschreitenden Auswirkungen auf Litauen und Polen durch Ankereinsatz werden ähnlich als nicht signifikant angesehen, da eine große Entfernung zum Pipelinekorridor und zu den AWZ-Grenzen besteht.

Es ist anzunehmen, dass die Auswirkungen auf die biologische und die sozioökonomische Umwelt, hervorgerufen durch Ankereinsatz, generell nicht signifikant sind. Folgt man den oben beschriebenen Argumenten, sind die grenzüberschreitenden Auswirkungen auch als nicht signifikant anzusehen.