

Tieferlegung des Emsdükers

von Baurat z. A. Dipl.-Ing. Stefan Ostermeier
und Bauoberinspektorin Dipl.-Ing. Katrin Rieper

1 Einleitung

1975 wurde für den Gastransport zwischen Norwegen und den Niederlanden eine Gasleitung gebaut. Die Gasleitung kreuzt das Fahrwasser der Bundeswasserstraße Ems unterhalb der Landemole Knock und versorgt die "Emscentrale" mit Gas, welche für einen Großteil der niederländischen Elektrizitätsversorgung verantwortlich ist.

Morphologische Veränderungen im Ostfriesischen Gatje sind ursächlich dafür, dass die unterirdische 42"-Gasleitung am Ostrand des Paapsandes bereits wenige Jahre nach Inbetriebnahme partiell freigelegt wurde.

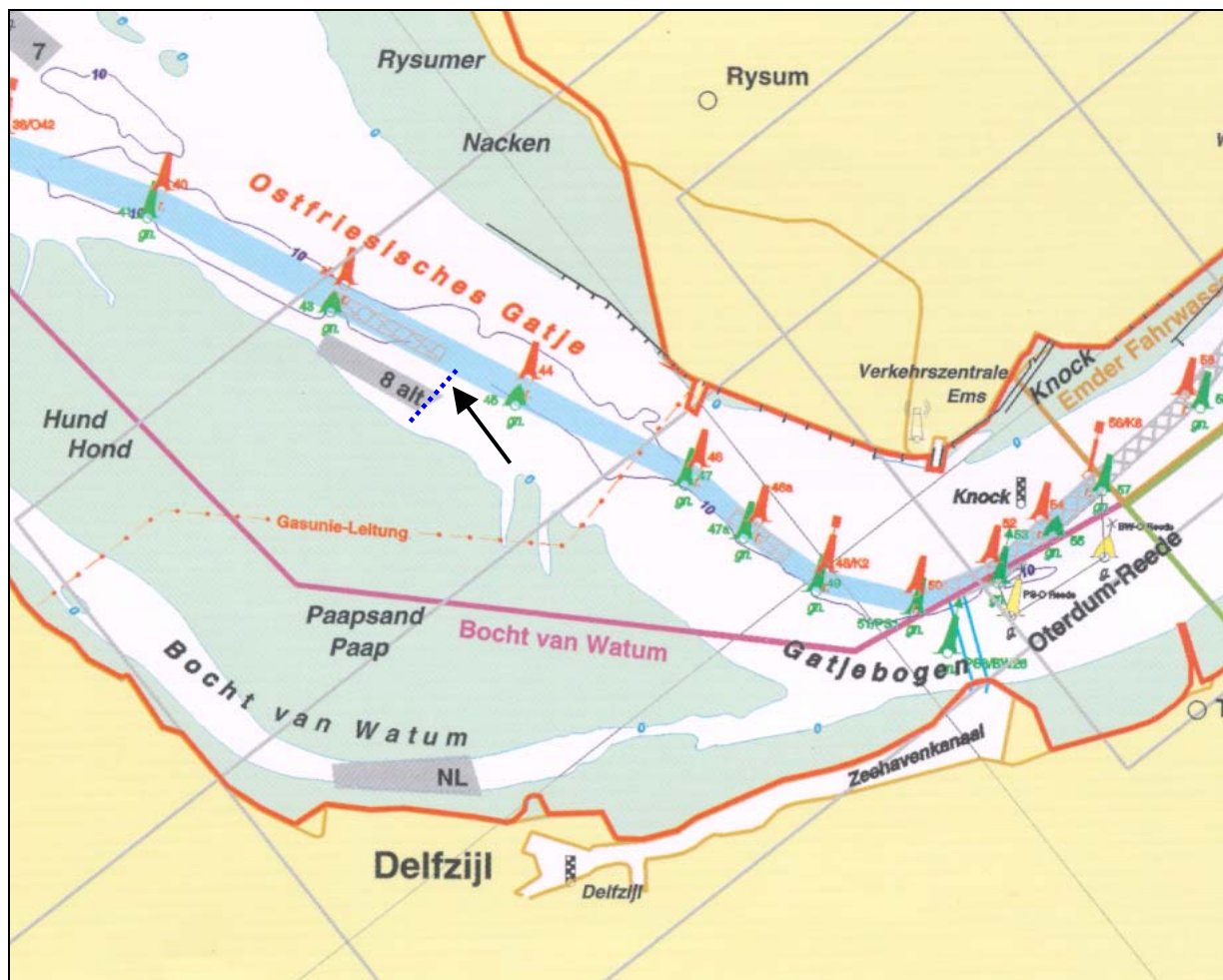


Abb. 1: Lageplan mit betroffenem Abschnitt

Sicherungsmaßnahmen durch Aufbringen von Steinschüttungen und Matten zwischen 1983 und 1993 hatten zum Ziel, der weiteren Materialerosion um den Düker entgegenzuwirken und freigelegte Stellen zu verfüllen.

Durch das Aufbringen der Materialien hat sich jedoch ein Unterwasserdamm gebildet, der örtlich zu erhöhten Strömungsgeschwindigkeiten und Auskolkungen geführt hat.

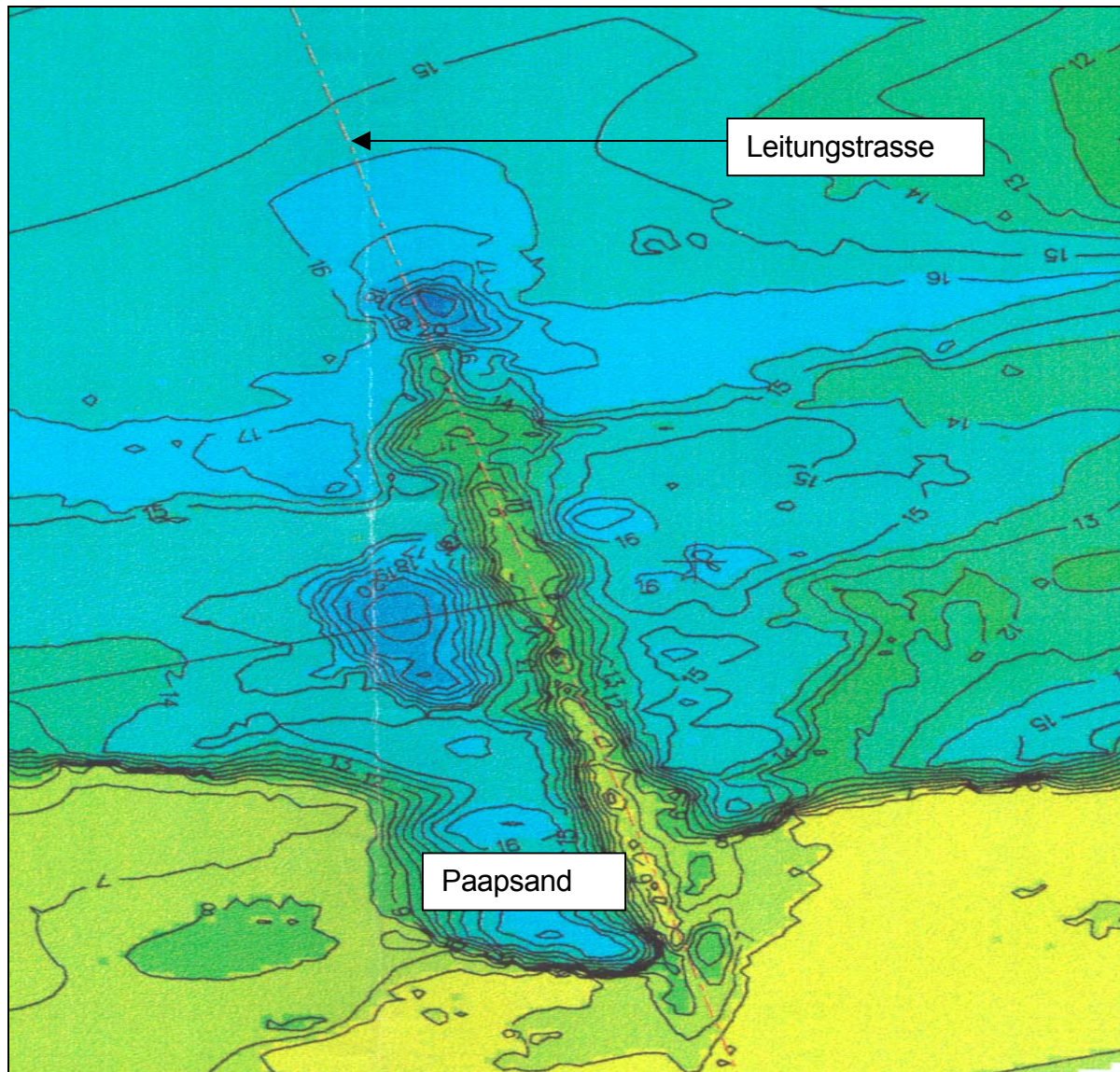


Abb. 2: Tiefenplan

Durch diese Situation konnte zum einen eine Behinderung für die Schifffahrt nicht ausgeschlossen werden; zum anderen bestand die Möglichkeit einer Beschädigung der Gasleitung mit erheblichen Auswirkungen.



Hierbei mussten verschiedene Gefährdungen berücksichtigt werden:

- a) Beschädigung der Gasleitung durch die Schifffahrt, z. B. durch Anker,
- b) Bruch der freigelegten Gasleitung durch außergewöhnlich hohe Fließgeschwindigkeiten,
- c) Beschädigung der Leitung durch unerwünschte / unkontrollierbare morphologische Veränderungen in der Umgebung der Pipeline.

Die Gasleitung hat einen Betriebsdruck von 50 bar. Bei einer Undichtigkeit der Leitung wird ein Sicherungssystem durch den Druckabfall aktiviert und die Leitung wird an den Enden abgeschottet. Das vorhandene Gas in der Pipeline strömt jedoch an der Schadstelle aus.

Es wird deutlich, dass eine Beschädigung der Gasleitung enorme Schäden verursachen kann und somit dringender Handlungsbedarf bezüglich langfristiger Sicherungsmaßnahmen gegeben war.

Die Nederlandse Gasunie – als Betreiber der Leitung – hat sich bezüglich der Realisierung der Maßnahme mit verschiedenen Firmen in Verbindung gesetzt. Den Auftrag erhielt Visser & Smit Hanab mit der Firma Boskalis als Subunternehmer.

Das Konzept sieht vor, die unterirdische Gasleitung unter Betrieb auf einer Länge von etwa 900 m bis zu 12 m tiefer zu legen. Die Leitung wird mittels Jochkonstruktionen in entsprechender Position fixiert und ein Graben durch Baggern von Bodenmaterialien hergestellt. In den hergestellten Graben wird die Leitung abgesenkt und mit einer Steinschüttung gesichert.

Durch diese Sicherungsmaßnahmen soll erreicht werden, dass die Gasleitung für die Restnutzungsdauer von 25 Jahren nicht erneut durch Erosion freigelegt wird.



2 Genehmigungsverfahren und Zuständigkeiten im Ems-Dollart-Vertragsgebiet

Der zu sichernde Bereich der Gasleitung liegt im zwischen Deutschland und den Niederlanden grenzstrittigen Gebiet. Somit kommt bezüglich der strompolizeilichen Zuständigkeit der Kapitel 5 des Vertrages zwischen der Bundesrepublik Deutschland und dem Königreich der Niederlande über die Regelung der Zusammenarbeit in der Emsmündung (Ems-Dollart-Vertrag) zur Anwendung. Hierin ist geregelt, dass das Königreich der Niederlande die strompolizeilichen Aufgaben wahrnimmt, soweit sie sich beziehen auf:

- a) die Bucht von Watum sowie die Nordzufahrt und die Südzufahrt vom Hauptfahrwasser zur Bucht von Watum,
- b) die von dem Königreich der Niederlande durchgeführten Neubauten,
- c) die Zone südlich des Geiseleitdammes.

Im übrigen Teil der Emsmündung werden die strompolizeilichen Aufgaben von der Bundesrepublik Deutschland und damit zuständigkeitshalber vom Wasser- und Schifffahrtsamt Emden wahrgenommen.

Die Regelung der Zusammenarbeit zum Gewässer- und Naturschutz in der Emsmündung ergibt sich aus dem Ems-Dollart-Umweltprotokoll, das Bestandteil des Ems-Dollart-Vertrages ist. Hiernach bedürfen Handlungen, die der naturwissenschaftlichen Bedeutung von Schutzgebieten abträglich sind, der Zustimmung. Für Niederländer und sich in den Niederlanden aufhaltende Personen wird diese Zustimmung kraft niederländischen Rechts von einer niederländischen, für Deutsche und sich in Deutschland aufhaltende Personen wird diese Zustimmung kraft deutschen Rechts von einer deutschen Behörde erteilt.

Aufgrund der genehmigungsrechtlichen Besonderheiten im Ems-Dollart-Vertragsgebiet waren sowohl deutsche wie niederländische Behörden in den Genehmigungsverfahren beteiligt.

Mit der Maßnahme haben sich u. a. nachfolgende Behörden befasst:

- das niederländische Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Fischereiwesen,
- die Provinz Groningen,
- das Bergamt,
- die Bezirksregierung Weser-Ems,
- Rijkswaterstaat
- sowie die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung.

Durch das Bergamt wurde der Germanische Lloyd als Gutachter beauftragt.



3 Beschreibung der Baumaßnahme

3.1 Grundvoraussetzungen und Bedingungen

Oberstes Gebot während der Baumaßnahme war, die Sicherheit für Mensch, Tier, Umwelt und Pipeline zu gewährleisten.

Da die Rohrleitung während der Arbeiten in Betrieb bleiben sollte, gab es strikte Reglementierungen für die Durchführung der Arbeiten. Mögliche Risiken wurden bereits in der Planungsphase erarbeitet und wurden in der Arbeitsplanung bereits berücksichtigt. Zu nennen sind u. a.: keine Rammarbeiten innerhalb einer Entfernung von 2,5 m zur Gasleitung, keine schwebenden Lasten über der Leitung, keine Baggerarbeiten innerhalb einer Entfernung von 1,0 m zur Gasleitung.

3.2 Beschreibung der Durchführung

Die Baumaßnahme lässt sich in acht Bauabschnitte unterteilen, die im Folgenden in chronologischer Reihenfolge kurz beschrieben werden.

1. Bauabschnitt: Örtliches Entfernen der Sohlbefestigung zum Auffinden der Leitung und Positionieren der Pfähle

Ein 2 m breiter Streifen der Steinbefestigung wurde zur Positionierung der Pfähle entfernt.

Die exakte Lage der Rohrleitung konnte mit Hilfe einer Spüllanze festgestellt und somit überprüft werden, ob die Pfahlpositionen in ausreichender Entfernung zur Pipeline liegen.

2. Bauabschnitt: Rammen der Pfähle und Installation der Traversen

Mit Hilfe eines Rammpontons wurden hohle Stahlpfähle im Abstand von jeweils etwa 40 m in den Boden eingebracht. Die Pfähle weisen einen Durchmesser von 36 bis 38 Zoll und eine Länge von 22 bis 38 m auf.

In einem ersten Schritt wurden die Pfähle mit einem Vibrator auf stabile Tiefe gebracht. In einem zweiten Schritt findet das Einbringen auf vorgesehene Tiefe mit Hilfe eines hydraulischen Rammhärens statt. Um Störungen der Vögel auf dem Paapsand einzuschränken, wurden die Rammarbeiten nur ausgeführt, solange sich die Platte unter Wasser befanden.

Im Anschluss an das Einrammen der Pfähle wird mit Hilfe eines Krans auf dem Rammponon die vorgefertigte Stahlkonstruktion der Traversenplattform installiert.



Abb. 3: Jochkonstruktion

3. Bauabschnitt: Aufhängen der Gasleitung

Unter dem Rohr wurde durch Taucher ein doppelter Stropp angebracht. Dieser wurde mit dem eigentlichen Hebeseil über ein Anschlagmittel verbunden. Auf beiden Seiten der Gasleitung wurden Fixierstropfs angebracht, die an den Stahlpfählen befestigt wurden. Mit Hilfe der Fixierstropfs war es möglich, die Pipeline trotz der seitlich angreifenden Strömung zentriert zwischen den Pfählen zu halten.

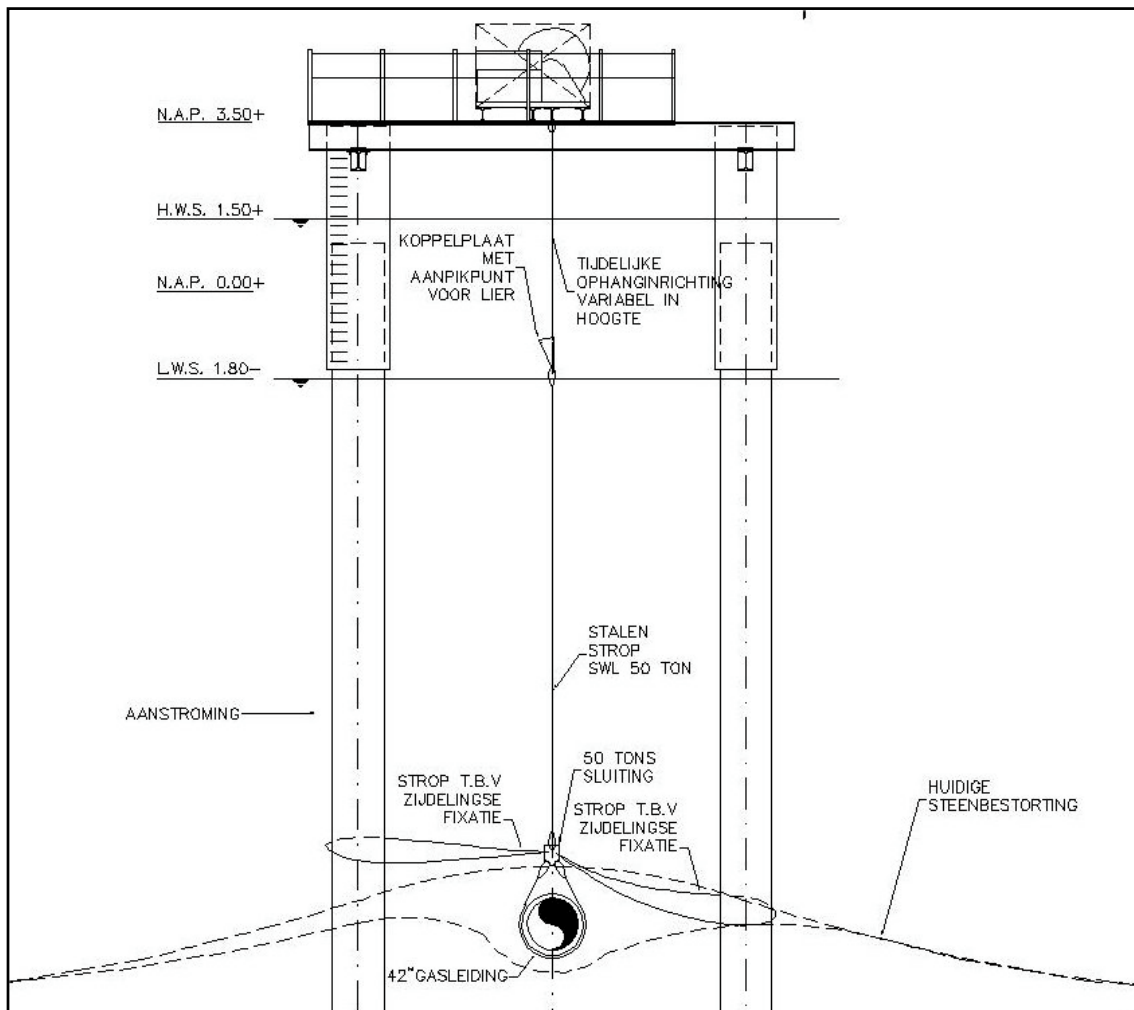


Abb. 4: Ansicht Jochkonstruktion mit fixierter Gasleitung

4. Bauabschnitt: Aufnehmen der Sohlbefestigung

Durch einen Stelzenbagger wurden ca. 20.000 m³ Schüttsteine aufgenommen, in eine Schute geladen und an ausgewiesener Schüttstelle in ca. 1 km Entfernung von der Leitungstrasse verklappt. Die Gesamtlänge der Trasse, auf der die Sohlbefestigung ausgehoben wurde, beträgt ungefähr 800 m. Während des Aushebens werden die exakte Lage der Leitung und die Position des Greifers mit Hilfe eines präzisen Positionierungssystems, welches auf DGPS basiert, kontinuierlich bestimmt. Durch Alarmanlagen mit zugehörigem Abschaltssystem wird verhindert, dass der Greifer während des Aushubvorgangs zu nah an die Gasleitung gelangt.

Nachdem die Oberseite der 42"-Pipeline freigelegt ist, kann durch Peilung ein genaues Bild der Konfiguration des Längsprofils gewonnen werden. Hieraus kann das zugehörige Spannungsbild errechnet werden. Bei Überschreitung bestimmter Grenzspannungen können Spannungsspitzen durch entsprechende Lageänderung der aufgehängten Leitung reduziert werden.



5. Bauabschnitt: Ausheben des Grabens

Nach Entfernen der Sohlbefestigung setzt im Bereich der Leitung ein natürlicher Erosionsprozess ein, infolgedessen die Rohrleitung zwischen KP 1.300 und KP 1.650 frei in den Traversen hängt. Auf der Reststrecke zwischen KP 1.650 und KP 2.200 wird vorhandenes Material entfernt.

Anschließend wird der Graben mit einer Sohlbreite von mindestens 5 m ausgebaggert, um die Gasleitung auf gewünschte Tiefe absenken zu können.

Hierbei wird zwischen der Massenbaggerung durch einen Schneidkopfbagger und der Feinbaggerung in geringer Entfernung zur Rohrleitung durch einen Stelzenbagger unterschieden. Der Schneidkopfbagger bietet den Vorteil hoher Aushubkapazität und somit entsprechend geringerer Dauer der Baggerarbeiten. Hierdurch kann ein schnelles Versanden der Rinne verhindert werden. Der Transport der Aushubmassen wird über eine Schwimmleitung durchgeführt. Die Baggertoleranz beträgt etwa 0,50 m. Mit der Feinbaggerung wird die endgültige Lage des Grabens hergestellt.

Hierbei müssen folgende Kriterien berücksichtigt werden:

- a) Die erforderliche Tiefe der Gasleitung muss an jeder Stelle erreicht werden,
- b) Sedimentation im Graben während der Ausführungsphase muss durch entsprechend größere Baggertiefe berücksichtigt werden,
- c) die maximal zulässigen Biegemomente in der Leitung dürfen nicht überschritten werden.

6. Bauabschnitt: Absenken der Leitung

Vor dem Absenken der Leitung wurde die Rinne vermessen, um eventuell durch Versandung entstandene Untiefen zu beseitigen. Die Leitung wurde in vorher festgelegten Schritten mit Hilfe einer Hebevorrichtung auf den Jochen in konzentrierten Abschnitten von etwa 3 bis 4 Traversen durchgeführt. Die Schrittfolge wurde so optimiert, dass die Spannung während des Absenkvorgangs in der Leitung möglichst minimal ist. Die Höhe des Dükers zwischen den Traversen wird mit Hilfe eines Vermessungsschiffes regelmäßig überprüft. Nach dem Absenken der Gasleitung auf die Sohle der Rinne wird eine Endvermessung der Lage durchgeführt.

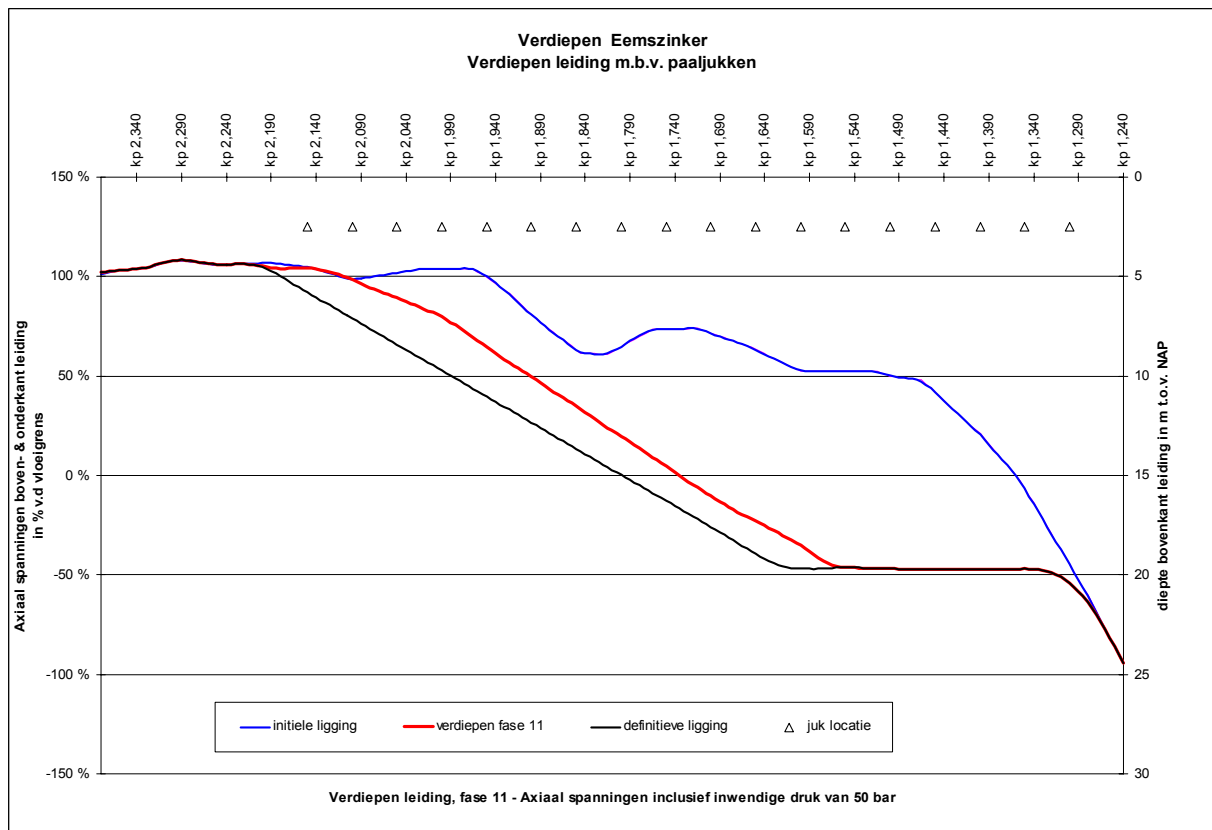


Abb. 5: Höhenverlauf der Gasleitung zu verschiedenen Zeitpunkten

In der Graphik ist mit blauer Linie der Höhenverlauf der Gasleitung vor der Tieferlegung dargestellt. Die schwarze Linie charakterisiert den Höhenverlauf nach Abschluss der Maßnahme. Ein Bauzustand wird durch die rote Linie dargestellt.

7. Bauabschnitt: Demontage der Traversen und Pfähle

Die Gasleitung bleibt nach dem Absenken stabil in dem Graben liegen. Die Hebevorrichtungen werden von der Leitung entfernt und demontiert. Die Traversen werden durch den Rammponon zurückgebaut und die Pfahlpaare werden mit Hilfe eines Vibrators gezogen.

8. Bauabschnitt: Abdecken der Leitung mit Steinschüttung

Die tiefergelegte Gasleitung muss durch Schüttmaterial vor Beschädigungen geschützt werden. Hierbei ist insbesondere eine Beschädigung durch Schiffsanker zu berücksichtigen. Des Weiteren ist nicht auszuschließen, dass sich die Hauptrinne der Ems im Bereich des abgesenkten Dükers entwickeln wird und eine Verlegung des Fahrwassers bewirkt. Der Schutz der Pipeline vor Einwirkungen von außen, z. B. schleppenden Ankern über Grund, muss auch für diesen Fall gewährleistet werden.



Zum Auffüllen der Rinne werden die vorher ausgehobenen und vor Ort gelagerten Schüttsteine wiederverwendet. Mit Hilfe eines Baggers wird das Material von der provisorischen Schüttstelle aufgenommen, in eine Schute geladen und anschließend über der Rinne verklappt. Das Verfahren wird anhand von regelmäßigen Peilungen überwacht.

Ein vollständiges Verfüllen des Grabens wird nicht für erforderlich erachtet. Aufgrund der vorhandenen morphologischen Gegebenheiten wird die Rinne in kurzer Zeit versanden. Des Weiteren wird in der Nähe gelagerter Boden zusätzliches Material zur natürlichen Verfüllung des Grabens liefern.

Sollten spätere Kontrollpeilungen ergeben, dass die Versandung nicht in dem gewünschten Umfang stattgefunden hat, wird der Graben mit geeignetem Material verfüllt.

4 Risikobeschränkende Maßnahmen durch das WSA

Während der Bauphasen 5 – Ausheben des Grabens – und 6 – Absenken der Leitung – bestand für einen Zeitraum von ca. 70 Tagen die Möglichkeit, dass passierende Schiffe die frei hängende Leitung beschädigen. Im Rahmen einer Risikoanalyse wurden die Arten der möglich auftretenden Risiken sowie die Eintrittswahrscheinlichkeiten ermittelt.

Es wurde hierbei zwischen nachfolgenden Risiken differenziert:

- a) Ein Schiff mit ausreichend großem Tiefgang fährt durch das Arbeitsgebiet und fährt direkt gegen die Leitung.
- b) Ein Schiff mit weniger großem Tiefgang fährt durch das Arbeitsgebiet, berührt einen Bock, wonach der Bock bricht und beschädigt dann die Leitung.
- c) Zwei oder mehr Böcke werden angefahren und zerbrechen, und als Folge dessen bricht die Leitung.

Die Risikoanalyse ergab, dass die Möglichkeit des Eintretens dieser Vorfälle als äußerst unwahrscheinlich einzustufen ist. Die Folgen einer Beschädigung der Leitung jedoch schwerwiegend sind.



Aus diesem Grund wurden, in Abstimmung mit den ausführenden Firmen, dem Betreiber sowie dem WSA, nachfolgende risikobeschränkende Maßnahmen festgelegt:

- Erweiterung des bereits bestehenden Sperrgebiets
- Einsatz eines Sicherungsfahrzeuges durch die ausführende Firma
- Information an die VZ Ems über ein- und auslaufende Fahrzeuge in / aus dem Sperrgebiet
- Information über die Arbeiten an die Sportschiffahrt, Lotsen, Berufsschiffahrt sowie WSP im Rahmen einer BfS, Schreiben an Vereine sowie in Gesprächen
- Stündliche Bekanntmachung der Baustelle in der Lagemeldung
- Regelmäßige Abstimmung der Funktionsträger
- Indirekte Anstrahlung der Jochkonstruktion.

Im Bedarfsfall:

- Verlegung des von See kommenden Verkehrs auf die Backbordseite / Ausnahme vom Rechtsfahrgebot
- Begegnungsverbot im Bereich der Baustelle
- Sicherung der Baustelle durch WSV- Fahrzeuge und WSP.

Durch zwei Großereignisse war vom 11.07.2003 bis 13.07.2003 mit besonders viel Schiffsverkehr im Bereich der Baustelle zu rechnen. Zum einen fand in Delfzijl die Delf-Sail statt, an der neben zahlreichen Großseglern und Traditionsschiffen auch Sportschiffe teilnahmen. Zusätzlich war die Überführung des Kreuzfahrtschiffes "Serenade of the Seas" für den 12.07.2003 angesetzt.

Zur Sicherung der Baustelle wurden neben Fahrzeugen der WSP auch das GSS "Gustav Meyer" eingesetzt. Die Notwendigkeit des Einsatzes hat sich bestätigt. Viele Fahrzeuge mussten daran gehindert werden, ins Sperrgebiet hineinzufahren.



5 Ausblick und Bewertung

Trotz einiger Schwierigkeiten während der Ausführung konnte der Zeitplan für die Tieferlegung eingehalten werden.

Am 11.08.2003 konnte das Absenken der Leitung beendet werden. Der kritischste Abschnitt der Maßnahme war damit abgeschlossen.

In den folgenden Wochen wird die Abdeckung der tiefergelegten Gasleitung mit einer Steinschüttung erfolgen. Die Pipeline ist dann vor Beschädigungen durch die Schifffahrt geschützt.

Die Abstimmungsgespräche zwischen allen beteiligten Behörden und Firmen waren zeitaufwändig und in verschiedenen Fachdisziplinen ist sehr detailliert diskutiert worden. Die Erfahrung zeigt jedoch, dass es bei sensiblen Baumaßnahmen um so wichtiger ist, die Durchführungsplanung und Risikoanalysen bis ins Detail zu erarbeiten.