



Die Emstunnel Baustelle am Rysumer Nacken.

Der Emstunnel

Ein vier Kilometer langer Leitungstunnel unter der Außenems ist zentrales Element im Nord-Süd-Projekt der N.V. Nederlandse Gasunie.

VON DIPL.-ING. JOANA JAGUTTIS,
DR.-ING. TIM JAGUTTIS,
DE LA MOTTE & PARTNER GMBH

Die Versorgungssicherheit Europas mit Erdgas hat in den letzten Jahren eine immer stärkere Bedeutung erfahren, wobei die N.V. Nederlandse Gasunie als einer bedeutenden nationalen Netzbetreiber mit dem großflächigen Ausbau ihrer Transportkapazitäten begonnen hat. Im Rahmen ihres Nord-Süd-Projekts wurde bereits im vergangenen Jahr das niederländische Gas-Transportnetz vor allem zwischen Deutschland im Norden und Belgien im Süden massiv ausgebaut.

Das Investitionsvolumen für diese Maßnahmen beläuft sich in der Summe auf ca. 1,8 Milliarden Euro und umfasst den Neubau von mehr als 500 Kilometern Hochdruckgasleitungen – vornehm-



Das Nord-Süd-Projekt der N.V. Nederlandse Gasunie.

lich 48“ (DN1200) – sowie zwei neuen Verdicht-
erstationen bei Scheemda und Wijngaarden.
Neben mehreren anspruchsvollen Flusskreuz-
ungen in den Niederlanden stellt vor allem die

Querung der Ems bei Emden (Ostfriesland) eine
Herausforderung dar, um die Anbindung des
niederländischen Leitungsnetzes an die beste-
hende Europipe Metering Station (EMS) des Be-

treibers Gassco realisieren zu können.

Der EMS am Rysumer Nacken im Nordwesten Deutschlands kommt bereits jetzt die Funktion eines zentralen europäischen Einspeisepunktes zu und sie wird zukünftig weiter an Bedeutung gewinnen. Die Nordseepipelines Norpipe sowie Europipe I und II aus Dornum beliefern von hier aus schon heute das deutsche und auch das niederländische Ferngasnetz.

Zusätzlich zu der dort bereits vorhandenen Pipeline A-542 zwischen Rysum (D) und Spijk (NL) wird im Rahmen des Nord-Süd-Projekts die neue Pipelineverbindung A-660 mit einem Durchmesser von 48“ (DN1200) und einem maximalen Betriebsdruck von 79,9 bar die Verbindung zwischen Rysum, Scheemda und Tripscompagnie herstellen.

Die Planungen für die neue Leitung A-660 begannen im Jahr 2006 mit der Ausarbeitung von Variantenstudien zur Querung der Ems an verschiedenen Positionen sowie der Ausarbeitung möglicher Trassenverläufe rund um Emden. Das Büro de la Motte & Partner aus Reinbek wurde von der Gasunie mit diesen Planungen wie auch mit der Begleitung des gegenwärtig im Bau befindlichen Vorhabens beauftragt.

Trassenvarianten zur Deutsch-Niederländischen Anbindung

Die Querung der Ems bei Emden mit einer großkalibrigen Ferngasleitung stellt in vielerlei Hinsicht eine Herausforderung dar. Zunächst beträgt die Breite des Außenems stromab des Dollarts bereits mehr als vier Kilometer.

Darüber hinaus kennzeichnet diesen von der Tide geprägten Bereich eine zum Teil sehr dynamische Hydromorphologie. Die durch Strömung, Tide und Sturmfluten hervorgerufene Umlagerung von Sediment erzeugt teilweise erhebliche Veränderungen an der Gewässersohle und erschwert auch die Arbeiten auf der Ems. Stromab von Emden ist die Außenems zudem eine stark befahrene Seeschiffahrtsstraße.

Im Rahmen der Planung wurden vom Büro de la Motte & Partner verschiedene Kreuzungsvarianten ausgearbeitet. Zunächst wurde die Querung der Ems bei Knock in Tunnelbauweise und in annähernder Nord-Süd Richtung betrachtet. Dabei wurde der Bau von Zwischenschächten durch die zuständigen Schifffahrtsbehörden strikt ausgeschlossen, um eine zusätzliche Gefährdung der stark befahrenen Seeschiffahrtsstraße auszuschließen. Somit würde eine Strecke von etwa vier Kilometern in einer Haltung aufzufahren sein.

Weiterhin stand eine Kombination mehrerer Horizontalbohrungen sowie der offenen Bau-

weise zur Diskussion. Diese Variante hätte den Bau mehrerer Arbeitsinseln zur Verbindung der einzelnen Teilabschnitte erforderlich gemacht. Um die Ausführung zu begünstigen, wurde ein weiter östlich gelegener Trassenverlauf über die Spitze des Geisedammes – eines künstlichen Leitdammes aus dem 19. Jahrhundert – gewählt.

Letztlich wurde die Möglichkeit zur Querung der Ems östlich von Emden bei Petkum untersucht, da in diesem Bereich stromauf des Dollarts eine wesentlich geringere Entfernung zwischen den beiderseits der Ems gelegenen Deichen zu bewältigen wäre. Als entscheidender Nachteil dieser Lösung müsste die Pipeline vollständig um die Stadt Emden herum geführt werden, was nicht nur während der Bauphase zu erheblichen Beeinträchtigungen geführt hätte, sondern auch den Betrieb dieses Trassenabschnitts sehr viel unwirtschaftlicher gestaltete.

Die beiden westlich von Emden gelegenen Trassen wurden schließlich im Rahmen der Planungsarbeiten soweit detailliert, dass ein grenzübergreifendes Genehmigungsverfahren durchgeführt werden konnte. Aufgrund des sehr ambitionierten Projektzeitplans wurde ferner mit der EU-weiten Ausschreibung für die Detailplanung und den Bau der Emskreuzung bereits parallel zum Genehmigungsverfahren begonnen.

Vom Konzept bis zur Ausführung – das Genehmigungsverfahren

Das Genehmigungsverfahren zum Bau der Ferngasleitung A-660 einschließlich der Emskreuzung wurde in enger Zusammenarbeit der Vorhabensträgerin, den beteiligten deutschen und niederländischen Planungsbüros sowie den Genehmigungsbehörden durchgeführt.

Auf Wunsch der Gasunie wurde trotz der relativ geringen Leitungslänge auf deutschem Hoheitsgebiet ein Planfeststellungsverfahren nach Energiewirtschaftsgesetz durchgeführt. Dies geschah in enger zeitlicher Abstimmung mit den holländischen Verfahren.

In den Niederlanden war das Büro Arcadis maßgeblich für die Anfertigung der Milieu Effect Rapportage (MER) verantwortlich. Die MER stellt näherungsweise das Pendant zur deutschen Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) dar, welche ebenso wie der landschaftspflegerischer Begleitplan vom Büro H+M aus Hesel angefertigt wurden.

Beide Studien fanden schließlich Eingang in das Planfeststellungsverfahren, das bei grenzüberschreitender Beteiligung deutscher und niederländischer Stellen unter der Federführung des Landesamts für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) in Clausthal-Zellerfeld durchgeführt wurde. Das Büro de la Motte war dabei maßgeblich für die Gesamtkoordination der



Unterschiedliche Trassenvarianten.



Brandbekämpfung mit Hilfe des Löschunterstützungsfahrzeugs LUF 30.

Genehmigungsunterlagen zuständig.

Als Besonderheit der niederländischen und deutschen Verfahren ist zu berücksichtigen, dass zur Anfertigung der MER grundsätzlich eine Abwägung zwischen den zu erwartenden Umwelteinflüssen verschiedener Ausführungsvarianten vorzunehmen ist, während das Planfeststellungsverfahren diese Betrachtung von Varianten nicht zulässt und hier lediglich von einer Planungsgrundlage ausgegangen wird. Somit wurde auch erst im Verlauf der beiden Prozesse bzw. vor der endgültigen Eröffnung des Planfeststellungsverfahrens die Entscheidung zum Bau des Emstunnels als der Lösung mit den geringsten zu erwartenden Umweltauswirkungen getroffen.

Die Kooperationsbereitschaft und das hohe Engagement aller beteiligten Stellen – insbesondere der niederländischen und deutschen Behörden – hat es letztlich ermöglicht, das Planfeststellungsverfahren für dieses ehrgeizige Projekt in lediglich acht Monaten durchzuführen und abzuschließen.

Ein Tunnel entsteht – die Ausführung

Unmittelbar nach Erteilung des Planfeststellungsbescheids wurde im September 2008 mit den ausführenden Arbeiten zum Bau des Emstunnels begonnen. Im Rahmen des internationalen Ausschreibungsverfahrens konnte sich die Bietergemeinschaft BAM Combinatie Eemstunnel (BCE) gegen die Konkurrenz durchsetzen und erhielt von der Gasunie den Auftrag zur Detailplanung und Ausführung des Vorhabens. BCE ist eine Gemeinschaft der nieder-



Eingeschränkte Platzverhältnisse auf der Vortriebsmaschine.

ländischen BAM Civil Projecten und der deutschen BAM Tochtergesellschaft Wayss & Freytag Ingenieurbau aus Frankfurt.

In lediglich drei Monaten wurden die vorbereitenden Maßnahmen zum Bau des Tunnels abgeschlossen. Rund um den Startschacht, der dem Aufbau und der Versorgung der Tunnelbohrmaschine dient, entstand am deutschen Emsufer die Tunnelbaustelle. Sie beherbergt die gesamte Infrastruktur, welche für den Vortrieb des Tunnels erforderlich ist. Zeitgleich wurde in der nördlichen Verlänge-

rung der Tunnelachse mit der Errichtung der etwa einen Kilometer langen Montage- und Ablaufbahn begonnen, auf der die Pipeline in vier Teilsträngen verschweißt, geprüft und im Anschluss umhüllt wird. Von hier aus soll die Leitung nach Fertigstellung des Tunnels in den Tunnel eingeschoben werden. Der Auftrag für Rohrbau und Einschub wurde von BCE an den Nachunternehmer Bohlen & Doyen aus Wiesmoor vergeben.

Nach dem Aufbau und der erfolgreichen Funktionsprüfung der Tunnelbohrmaschine wurde Anfang 2009 mit dem Vortrieb des Tunnels begonnen. Die erhebliche Länge von 4.015 m in nur einer Haltung führte zur Wahl eines Vortriebsverfahrens im klassischen Tübbingverbau (Segment lining). Die zum Einsatz kommende Hydroschild-Vortriebsmaschine der belgischen Firma SMET wurde für dieses Projekt zuvor vollständig überholt und den Anforderungen entsprechend umgebaut.

Aufgrund der im Verhältnis zur Länge sehr geringen Querschnittsfläche waren für die Energieversorgung, die Logistik und vor allem die Sicherheitsmaßnahmen große Anstrengungen zu unternehmen. Zum Transport der 1,2 m langen Tübbinge kamen beispielsweise speziell angefertigte Untertagelokomotiven zum Einsatz, so dass es trotz des geringen lichten Tunneldurchmessers von nur drei Metern möglich war, auf der Hälfte der Distanz eine Weiche vorzusehen.

Dank eines hochmotivierten Teams und sehr vorteilhaften geologischen Rahmenbedingungen konnte die gesamte Strecke von vier Kilometern schließlich in nur acht Monaten aufgefahren werden. Die Vortriebsmaschine wurde Anfang Dezember erfolgreich aus dem Zielschacht im niederländischen Borgsweer geborgen.

Zeitgleich zum Tunnelvortrieb konnten im vergangenen Jahr auch die Arbeiten zur Verlegung der unmittelbar angrenzenden Landleitung A-660 zwischen der EMS und dem nördlichen Tunnelportal sowie südlich des Tunnels bis zur Kompressorstation in Scheemda nahezu abgeschlossen werden.

Das Sicherheitskonzept

Bei all ihren Vorhaben räumt die N.V. Nederlandse Gasunie der Sicherheit, Gesundheit und der Erhaltung der Umwelt höchste Priorität ein. Dies gilt nicht allein für den späteren Gastransport, sondern insbesondere auch für die Ausführung der Bauaktivitäten. In diesem Zusammenhang werden besondere Anstrengungen zur Umsetzung von Sicherheit und Ge-

sundheitsschutz auf Baustellen nicht nur in Bezug auf die Mitarbeiter selbst, sondern auch im Hinblick auf alle durch Gasunie Projekte betroffene Dritte unternommen.

Im Rahmen dieses Vorhabens wurde beispielsweise bereits ein halbes Jahr vor Baubeginn mit der Überprüfung und Erweiterung der durch den Unternehmer erarbeiteten Sicherheitskonzepte sowie der Ausarbeitung zusätzlicher Sicherheitsrichtlinien und SiGe-Plänen begonnen.

Vor Aufnahme der Arbeiten wurden sowohl vom Unternehmer als auch vom Auftraggeber umfassende „Task Risk Assessments (TRA) – Risikoanalysen/Gefährdungsbeurteilungen“ aller Arbeitsverfahren und -schritte durchgeführt, die nachfolgend im laufenden Projekt und entsprechend dem Stand der Ausführungen fort-

geschrieben werden.

In ihren Anstrengungen geht die Gasunie stets über die gesetzlichen Forderungen hinaus, so dass in diesem Fall nicht nur der Unternehmer eine Vollzeit-Sicherheitsfachkraft auf der Baustelle einzusetzen hat, sondern auch von Seiten des Bauherrn selbst eine zusätzlicher Sicherheitsingenieur Vollzeit auf dem Projekt beschäftigt wurde.

Neben den Aufgaben zur Projektleitung und Bauüberwachung wurde das Büro de la Motte & Partner mit der Funktion des SiGeKos sowie den weiterführenden Aufgaben eines Sicherheitsingenieurs beauftragt.

Zu den gängigen SiGeKo-Leistungen, wie z.B. dem Erstellen von SiGe-Plänen, gehörte in diesem Fall auch das Mitwirken beim Erstellen eines umfassenden Sicherheitskonzeptes für

die Tunnelbauarbeiten sowie regelmäßige Begehungen und die Dokumentation aller Baustellenbereiche. Dies beinhaltet auch die Prüfung, Kommentierung und Freizeichnung der vom Unternehmer gefertigten HSE-Dokumente und Arbeitsverfahrensbeschreibungen (Work plans).

Mit Dritten wie zum Beispiel in der unmittelbaren Nähe befindlichen Betriebsstätten wurde das Sicherheitskonzept im Hinblick auf vorhandene Anlagen oder Einrichtungen abgestimmt. So waren unter anderem auch die Gefährdungen aus dem Betrieb von direkt benachbarten 5 MW Windenergieanlagen durch Gutachten zu möglichen Gefährdungen aus Eisabwurf und Flügelverlust zu berücksichtigen und die späteren Arbeitsabläufe darauf abzustimmen.

Der Emstunnel während der Vortriebsarbeiten.



Während der Ausarbeitung des Sicherheitskonzepts für die Tunnelbauarbeiten wurden frühzeitig die Erfahrung und der Rat zusätzlicher, externer Sachverständiger hinzugezogen. So wurde im Vorfeld die Leitstelle für Grubenrettung in Clausthal-Zellerfeld bei der Bewertung von Brand- und Evakuierungsszenarien in Tunneln beteiligt und während der Ausführungsphase ein enger Kontakt zur Aufsicht

führenden Stelle, dem Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie in Meppen gehalten. Schnell ergab sich jedoch, dass sich die üblicherweise verfügbaren Erfahrungen zu diesen Themen im Wesentlichen auf Tunnel größerer Querschnitte oder kürzerer Haltungslängen beschränken.

Die Kombination der geplanten Tunnellänge von 4.015 m mit einem Innendurchmesser von

nur drei Metern machte insbesondere die Fragestellung nach der zu erwartenden Hitzeentwicklung und den Möglichkeiten zum schnellen Löschen im Brandfall sehr schwierig. Dies insbesondere, da aufgrund des kleinen Querschnitts das Passieren eines Brandherdes für Personen im Tunnel kaum möglich und die Gefahr, dass diese von einem Feuer eingeschlossen werden, sehr groß ist. Gleichzeitig konnte wegen der sehr beengten Platzverhältnisse kein separater Rettungs- oder Schutzcontainer vorgesehen werden.

Grundsätzlich wurden bei diesem Vorhaben in einem der ersten Anwendungsfälle die Empfehlungen des DAUB „Leitfadens für Planung und Umsetzung eines Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzeptes auf Untertagebaustellen“ zu Grunde gelegt. Dieser Leitfaden gibt wesentliche Hinweise zur Ausstattung und Anordnung von Rettungsstationen und Feuerlöschsystemen auf der Tunnelbohrmaschine, an Maschinenteilen mit großen Brandlasten, sowie für Systeme der Notversorgung, Druckluft, der Kommunikation und der Selbstrettung mit Hilfe von sogenannten Selbstrettern. Auch wurden Empfehlungen zur Einschränkung einer möglichen Rauchausbreitung durch die regelmäßige Anordnung von Wasservorhängen umgesetzt.

Die systematische Analyse aller möglichen Notszenarien ergab, dass die schwerwiegendste Gefährdung aus einem Brand resultiert. Aus diesem Grund wurde besonderes Augenmerk auf die Reduzierung des Brandrisikos, die Brandbekämpfung und die schnelle Rettung im Brandfall gelegt.

Brandlasten reduzieren

Um die Brandlasten im Tunnel weitestgehend zu eliminieren, wurden alle Betriebsmittel und Schmierstoffe soweit technisch zulässig durch schwer entflammable Ersatzstoffe substituiert. Beispielsweise konnte das Schildschwanzfett der Tunnelbohrmaschine gegen ein Spezialprodukt auf Bentonitbasis ausgetauscht werden. Ähnlich wurde auch mit anderen Brandlasten verfahren. Alle elektrischen Einrichtungen wurden in hohen Schutzklassen ausgeführt und schwer entflammable, halogenfreie Materialien verwendet.

Schließlich wurde der Germanische Lloyd mit einer zusätzlichen Abnahme und Überprüfung aller Maschinenkomponenten der TBM beauftragt. Der GL übernimmt im Rahmen des gesamten Vorhabens auch die Funktion als technischer Sachverständiger für das LBEG.



Zum Transport der Tübbinge kamen speziell angefertigte Untertagelokomotiven zum Einsatz.

Brandbekämpfung und schnelle Rettung

Die sehr exponierte Lage der Baustelle und die besondere Anforderung an einen Feuerlöschtrupp im Notfall führten dazu, dass weitere Schwerpunkte auf die automatische Brandbekämpfung und die Erstbrandbekämpfung durch das Baustellenpersonal zu legen war. Daher wurde die Tunnelbohrmaschine mit einem automatischen Feuerlöschsystem vom Typ „Fogmaker“ ausgestattet. Weitere selbstauslösende Feuerlöschsysteme wurden auf den Diesellokomotiven und den Transformatoren im Tunnel installiert.

Die Tunnelbohrmaschine und der Tunnel wurden zudem mit einer Vielzahl von Handfeuerlöschgeräten versehen. Das gesamte Personal der Baustelle wurde nicht nur als Ersthelfer, sondern auch in der Brandbekämpfung und der Handhabung von Feuerlöschgeräten ausgebildet. Der Tunnel wurde in regelmäßigen Abständen mit Wasservorhängen, -anschlüssen sowie Schläuchen ausgestattet, so dass jeder Punkt im Tunnel bei der Brandbekämpfung erreicht werden konnte.

Als externe Hilfe im Brandfall konnte im näheren Umfeld allein auf die Emdener Feuerwehr zurückgegriffen werden. Allerdings fehlte hier die Erfahrung und Ausstattung an schwerem Atemgerät. Es wurden daher für die Dauer dieses Vorhabens besondere 4-Stunden Atemgeräte (BG4) von der Zentrale für Grubenrettung in Clausthal angemietet und die Bereitschaften der Emdener Feuerwehr in Clausthal an diesen Geräten speziell ausgebildet.

Weiterhin wurden gemeinsam mit der Emdener Feuerwehr Löschkonzepte erarbeitet. Dabei zeigte sich, dass insbesondere die Rauchentwicklung und die hohe Hitze im Brandfall ein schnelles Vorrücken der Feuerwehr große Probleme bereiten könnte. Für die Brandbekämpfung in Verkehrstunneln existieren zu diesem Zweck spezielle Löschunterstützungs-



Die Tunnelvortriebsmaschine.

fahrzeuge, die insbesondere zur schnellen Abkühlung und zum Niederschlagen der Rauchmengen verwendet werden. Im Schutz dieser Fahrzeuge könnte die Feuerwehr sehr viel effektiver an einen Brandherd vorrücken.

Nach umfangreicher Untersuchung, ob durch Einblasen von Wasserdampf unter hohem Druck und in einem Luftstrom einen Brand in einem geschlossenen Tunnel nicht sogar anfachen könnte, wurde beschlossen, ein solches Löscherunterstützungsfahrzeug (LUF) für den Tunnel entwickeln und bauen zu lassen. Dieses LUF wurde so konzipiert, dass es als eigenständige Einheit auf einem der Züge installiert werden kann, um es der Feuerwehr zu ermöglichen, mithilfe dieses Löschzugs in den Tunnel einzufahren und zu einem Brandherd vorzurücken.

Das LUF ist dabei technisch mit einer Schneekannonen zu vergleichen – durch Düsen wird Wasser unter hohem Druck feinst vernebelt oder kann als Löschstrahl gebündelt werden. Im Ernstfall bezieht das LUF sein Löschwasser aus einem mitgeführten Wassertank oder es kann an die Wasserversorgung im Tunnel angeschlossen werden.

Das Baustellenpersonal würde im Falle eines einschließenden Brands im vorderen Bereich der Tunnelbohrmaschine (Druckluftschleuse oder Getriebekammer) Zuflucht finden, wo ihm zur Atmung Druckluft und weitere Selbstretter zur Verfügung stehen. Sie würden dort auf eine Rettung durch die Feuerwehr warten.

Zur schnellen und effektiven Rettung aller gefährdeten Personen auf der Baustelle und im Tunnel ist es zwingend erforderlich, einen ge-

nauen Überblick über die Anzahl und die Identität der Personen im Gefährdungsbereich zu behalten. Daher wurde sowohl die Anzahl der Personen im Tunnel mit Hilfe eines automatischen Kontrollsystems und strikten Zutritts- und Besucherregelungen auf ein Mindestmaß begrenzt. So ist es möglich, zu jedem Zeitpunkt die Anzahl und Namen der im Tunnel befindlichen Personen festzustellen. Letztlich waren aufgrund des sehr begrenzten Tunnel- und Maschinenquerschnitts Konzepte zur Rettung von Verletzten zu entwickeln und in der Umsetzung zu üben. Hierbei wurde die Hilfe und Erfahrung der örtlichen Rettungsdienste „Die Johanniter“ in Anspruch genommen. Es wurden spezielle Rettungstragen angeschafft und mit verschiedenen Schichten auf der Baustelle und im Tunnel die Bergung Verletzter geübt.

Vom Tunnel zur Pipelineverbindung – Ausblick

Nachdem nun die vorbereitenden Arbeiten im fertig gestellten Tunnel abgeschlossen werden, soll Anfang dieses Jahres mit dem Einschub der einzelnen Pipelineabschnitte begonnen werden. Für diesen Arbeitsschritt wird der Tunnel vollständig geflutet werden, um so beim Einschub durch spezielle Ballastierung das Gewicht des Rohrstrangs reduzieren zu können. Eine abschließende Prüfung der Leitung im Tunnel steht schließlich vor dem letzten Arbeitsschritt: dem Verfüllen des Tunnels und dem Räumen der Baustelle.

Zur Wintersaison 2010/11 kann die Leitung dann bereits den Transport von Erdgas im europäischen Netz aufnehmen.

Weitere Infos bei den Autoren unter Tel.: 040 / 2116590 oder www.delaMotte-Partner.de ■