



Nord Stream 2

Committed. Reliable. Safe.

Hintergrund: Verbindungsschweißnaht über Wasser (AWTI) im deutschen Trassenabschnitt

Nord Stream 2 AG | November 2020





Inhaltsverzeichnis

Verbindungsschweißnaht über Wasser (AWTI)	3
1. AWTI in deutschen Gewässern	3
2. Arbeitsschritte des AWTI	3
3. Vorgelagerte Verlegearbeiten	4
4. Vorbereitende Taucherarbeiten	4
5. Anheben und Längen Anpassung der Rohrstränge	5
6. Verbindung der Rohrstränge	6
7. Absenken der Rohrleitung	7
8. Nachgelagerte Taucherarbeiten	7
9. Abschlussbemerkungen	8



Verbindungsschweißnaht über Wasser (AWTI)

Die Nord Stream 2-Pipeline wird in mehreren Phasen gebaut, wobei die beiden Rohrleitungen von mehreren Schiffen verlegt werden. Die unterschiedlichen Teilstücke müssen daher in einem zweiten Schritt miteinander verbunden werden. Diese Verbindung wird mittels einer über der Wasseroberfläche durchgeführten Verbindungsschweißnaht, einem Above-Water Tie-In (AWTI) hergestellt. Der AWTI stellt im Wesentlichen eine stationäre Baustelle dar. Das Verfahren dauert insgesamt rund drei Wochen.

1. AWTI in deutschen Gewässern

Das Spezialschiff CASTORO 10 (C10) hat von Juli bis November 2018 die beiden Stränge der Nord Stream 2-Pipeline (Leitung A und Leitung B) von der Anlandung in Lubmin bis etwa zum Kilometerpunkt (KP) 54,4 (östlich von Rügen) verlegt.

Die zwei Pipeline-Stränge wurden durch jeweils einen Mikrotunnel bei Lubmin und in einem vorher gebaggerten Graben mit einer Länge von etwa 29 Kilometern durch den Greifswalder Bodden, parallel zum Landtief und bis KP 54,4 verlegt. Nur auf dem letzten Kilometer wurden die Pipelines direkt auf dem natürlichen Meeresboden verlegt.

In der Pommerschen Bucht hat die AUDACIA die zwei Leitungen von KP 54,4 bis KP 16,5 zwischen Oktober und Dezember 2018 verlegt.

An der Leitung B mussten die von C10 und AUDACIA getrennt verlegten Abschnitte durch einen AWTI verbunden werden. Dieser AWTI wurde im Sommer 2019 durchgeführt. Dafür kam eine sogenannte „AWTI-Barge“ zum Einsatz.

2. Arbeitsschritte des AWTI

Die groben Arbeitsschritte des AWTI lassen sich wie folgt zusammenfassen:

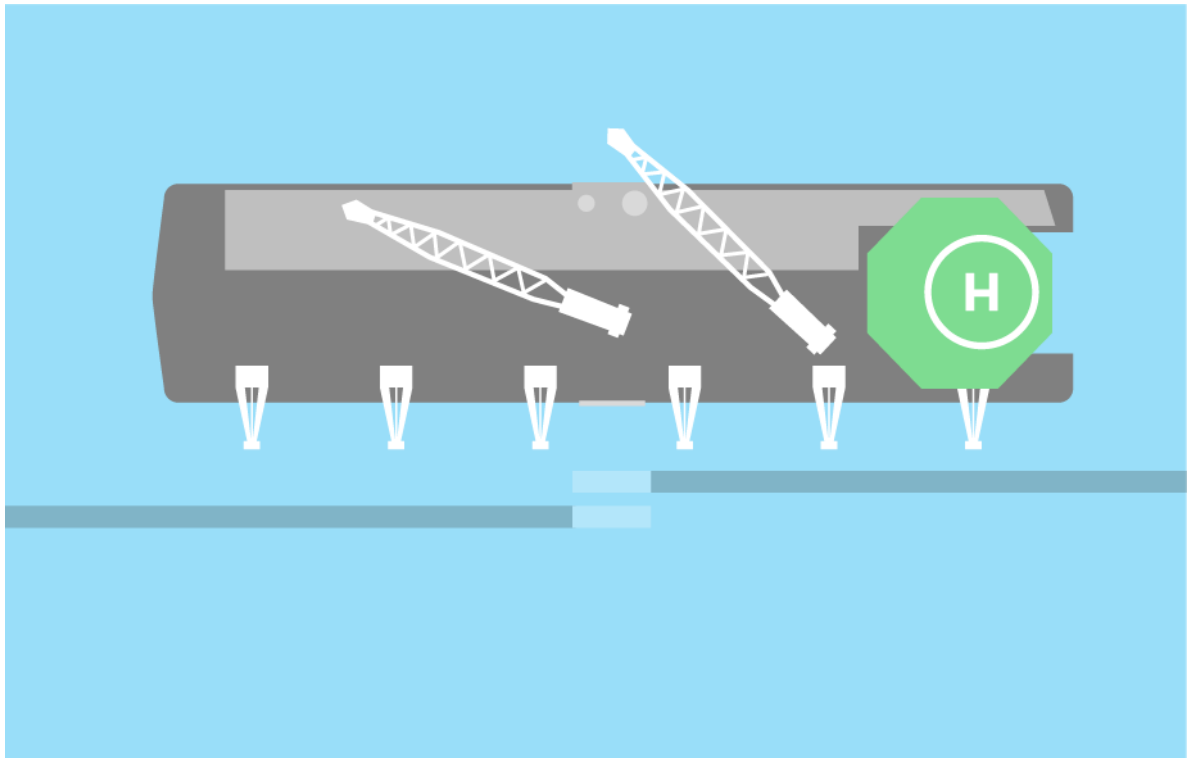
- > Zwei Rohrenden liegen parallel und überlappend auf dem Seeboden;
- > Taucher bringen Auftriebskörper an den Rohrenden an und befestigen die Hebeseile von sechs längsseits der AWTI-Barge befindlichen A-Rahmen (Davits);
- > Die zwei Rohrenden werden nacheinander über die Wasserlinie angehoben;
- > Die Rohrenden werden auf die passende Länge geschnitten, verschweißt, geprüft und beschichtet;
- > Die verbundene Rohrleitung wird in einem Bogen auf dem Meeresboden abgelegt;
- > Taucher entfernen die Auftriebskörper und lösen die Hebezeuge;
- > Die exakte Lage der Leitung wird von einem Vermessungsschiff überprüft;



- In einem nachfolgenden Arbeitsschritt werden punktuelle Steinschüttungen zur Lagesicherung der Rohrleitung im Bereich des abgelegten Bogens installiert.

3. Vorgelagerte Verlegearbeiten

Die zwei getrennt voneinander verlegten Rohrleitungsabschnitte der Leitung B sind bei KP 54,4 bereits auf dem Seeboden installiert. Schon während der Pipelineverlegung wurden die für den AWTI notwendigen Klammern zum Anschlagen der Hebezeuge an den Rohrenden montiert. Die jeweils letzten 350 Meter der beiden Rohrstränge vor der AWTI-Position werden mit einer auf 70 Millimeter reduzierten Betonummantelung hergestellt, um das Gewicht der Rohrleitung für den AWTI-Hebevorgang zu reduzieren. Das letzte Rohrstück ist dann gänzlich ohne Betonummantelung, da dieses Rohr im gehobenen Zustand auf Länge geschnitten wird, um die Verbindungsnaht herzustellen.



Ausgangssituation – Rohrleitungsabschnitte liegen auf dem Meeresboden neben der AWTI-Barge (Draufsicht; schematische Darstellung)

4. Vorbereitende Taucherarbeiten

Zunächst wird die AWTI-Barge am Standort des AWTIs positioniert und verankert. Innerhalb dieses Ankermusters werden entlang der Rohrleitung an den vorinstallierten Anschlagpunkten Auftriebskörper mit Hilfe von Tauchern installiert. Jedes Rohrende wird mit fünf mal fünf Tonnen Auftrieb versehen, um das Gewicht der Rohrleitung nochmals zu reduzieren und die Rohrenden sicher anheben und halten zu können. Die Auftriebskörper werden mit der Hilfe eines sogenannten Depressor Frame installiert.



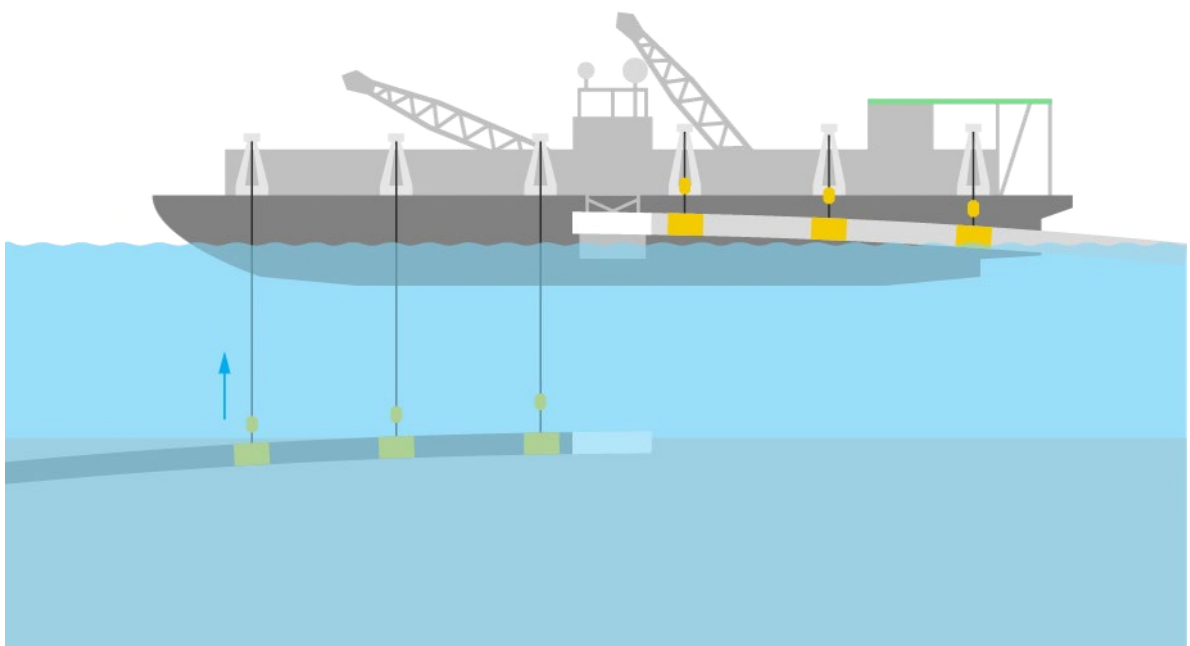
Dieser Installationsrahmen sorgt für den nötigen Abtrieb, um die Auftriebskörper mit Hilfe des Deckkranes der AWTI-Barge kontrolliert zu ihrer Montageposition auf der Rohrleitung zu manövrieren.

Nach dem Absetzen auf dem Rohr befestigen Taucher den Auftriebskörper an den Anschlagpunkten und lösen den „Depressor Frame“. Dieser kann dann mit dem nächsten Auftriebskörper an Deck beladen werden. Die AWTI-Barge verholt in der Zeit um etwa 25 Meter zur Position des nächsten Auftriebskörpers.

Die Taucherarbeiten erfolgen unter Berücksichtigung der Arbeitsschutz- und Arbeitssicherheitsvorgaben der zuständigen Behörden und Zertifizierungsunternehmen. An Bord sind ebenfalls zwei Vertreter der Nord Stream 2 AG zur Inspektion der Taucharbeiten anwesend. Für Tauchernotfälle ist eine Druckkammer als Teil der Tauchausrüstung auf der AWTI-Barge installiert.

5. Anheben und Längen Anpassung der Rohrstränge

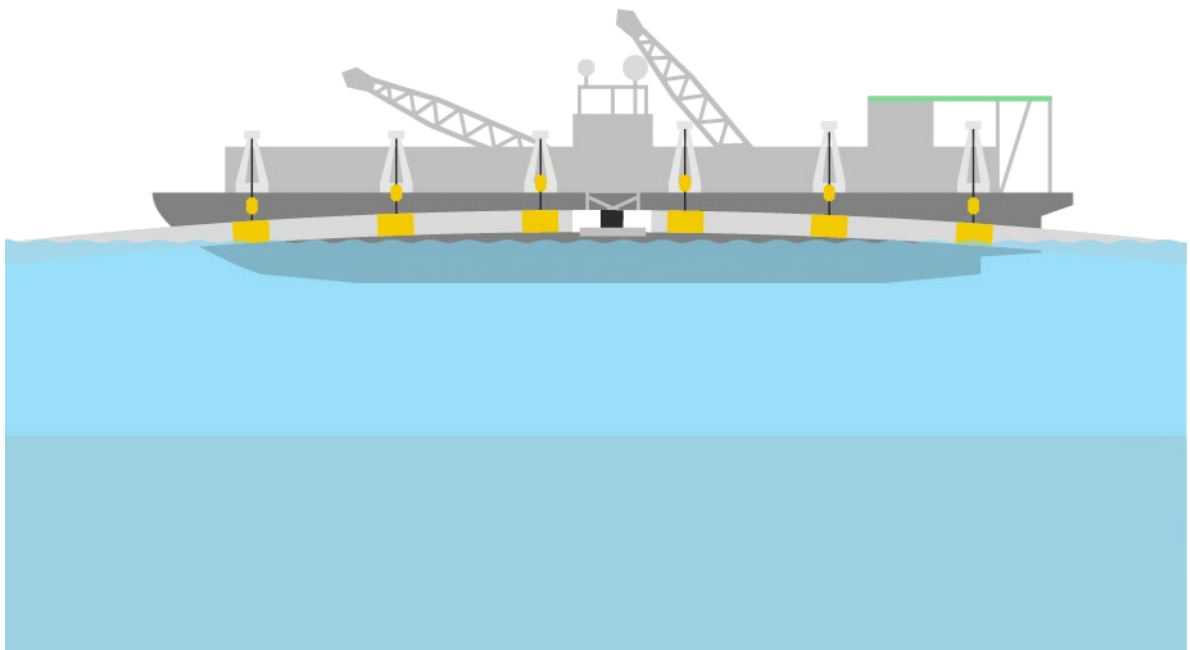
Zum Anheben der Rohrleitungen wird die AWTI-Barge im Ankermuster am Standort positioniert. Anschließend werden an den vorinstallierten Rohrklammern die Hebevorrichtungen der AWTI-Barge mit Hilfe von Tauchern angeschlagen. Hierzu ist die AWTI-Barge mit sechs sogenannten Davits (Hebezeuge in Konfiguration eines A-Rahmens) ausgestattet, deren Anordnung Hebearbeiten neben der Bordwand der AWTI-Barge ermöglicht. Daraufhin werden beide Rohrstränge so weit angehoben, dass sich ihre Enden waagrecht oberhalb der Wasserlinie befinden. Danach werden die Pipelineköpfe abgetrennt und die Rohre so abgelängt, dass sie zum Verschweißen zueinander ausgerichtet werden können.



Anheben der Abschnitte (Seitenansicht; schematische Darstellung)

6. Verbindung der Rohrstränge

Nach dem Ablängen der Enden der beiden Rohrstränge werden diese zueinander ausgerichtet. Hierzu wird eine hydraulisch betätigte Außenzentrierung an den angehobenen Rohrenden angesetzt. Nachdem die Ausrichtung erfolgt ist, wird die Verbindungsnaht hergestellt und anschließend zerstörungsfrei geprüft.



Verbinden der Abschnitte – AWTI (Seitenansicht; schematische Darstellung)

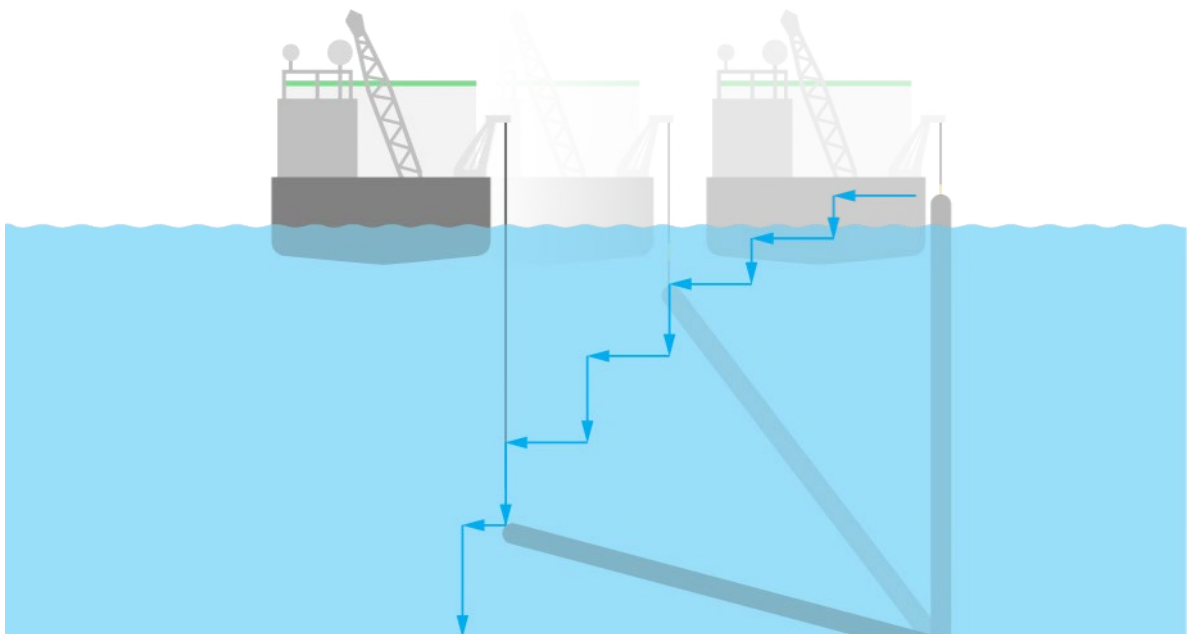
Nach Abschluss der Schweißnahtprüfung durch automatische Ultraschall-Prüfung (AUT) wird eine Schrumpfmanschette („Heat Shrink Sleeve“, HSS) zur Herstellung der Korrosionsschutzbeschichtung im Bereich der Schweißnaht aufgebracht.

Anschließend werden Steinschutzmatten um die Korrosionsbeschichtung gelegt und mit Spannbändern fixiert. Diese Steinschutzmatten dienen als Prallschutz, um die Korrosionsschutzbeschichtung gegen Beschädigungen während der anschließenden Steinschüttungsarbeiten zu schützen.

Eine Angleichung des Außendurchmessers im Verbindungsbereich auf den Außendurchmesser der benachbarten betonummantelten Rohre ist nicht notwendig, da die Rohrleitung direkt auf den Seeboden abgesenkt wird, ohne dass sie dabei über Rollen der Fabrikationslinie an Bord der Rohrverlegebarge geführt werden müsste, wie es bei der normalen Rohrverlegung der Fall wäre.

7. Absenken der Rohrleitung

Nach dem Aufbringen der erforderlichen Beschichtungen im Verbindungsbereich wird die Rohrleitung auf dem Seeboden abgelegt. Dies erfolgt durch ein schrittweises seitliches Verholen der AWTI-Barge in Verbindung mit einem schrittweisen Absenken der Rohrleitung. Somit beschreibt die auf dem Seeboden liegende Rohrleitung einen horizontalen Bogen, der im Scheitelpunkt eine Auslenkung von etwa 20 Metern haben wird. Die seitliche Auslenkung am Seeboden steht im direkten Zusammenhang mit der zuvor gehobenen Höhe beziehungsweise der Wassertiefe.

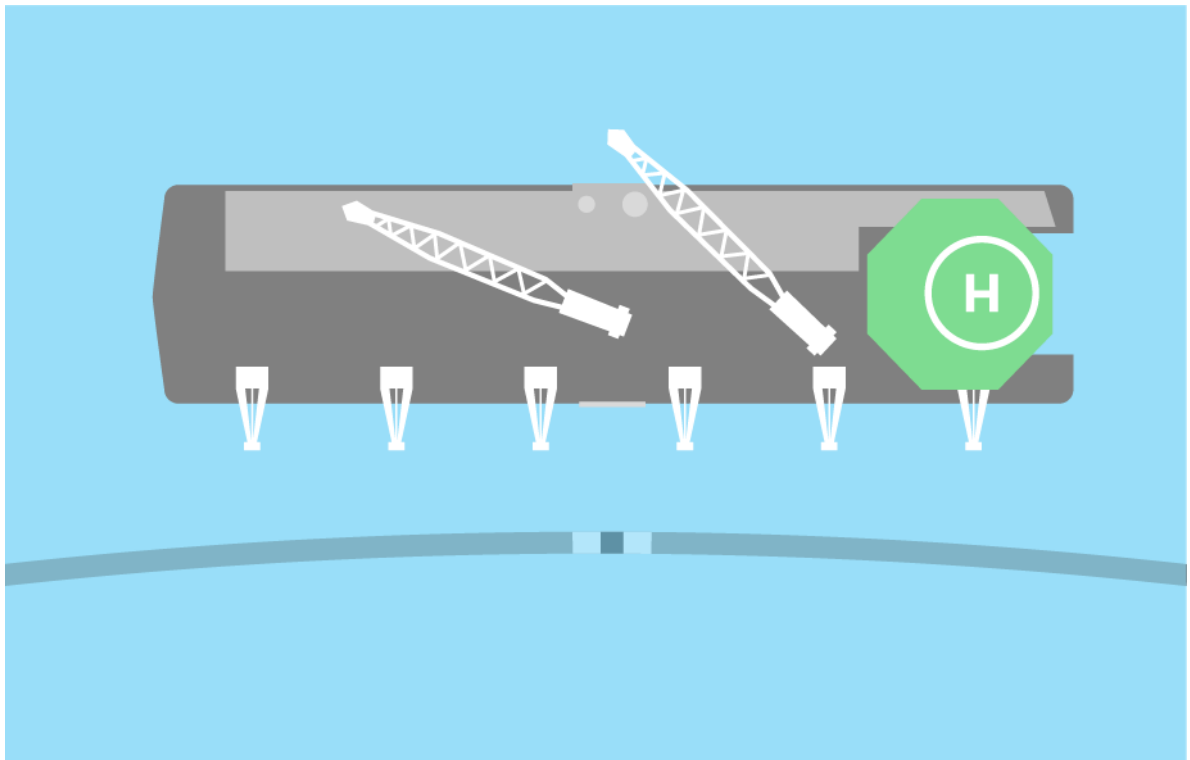


Ablegen der verbundenen Leitung (schematische Darstellung)

8. Nachgelagerte Taucherarbeiten

Nachdem die nun verbundene Rohrleitung auf dem Seeboden abgelegt ist, werden zunächst die Hebeseile der Davits von der Rohrleitung gelöst. Dazu kommen wieder die Taucher zum Einsatz, die ein Seil nach dem anderen von den am Rohr montierten Hebeklammern lösen.

Im Anschluss werden auch die zehn Auftriebskörper mit Hilfe der Taucher vom Rohr entfernt und vom Kran der AWTI-Barge an Deck geholt. Die Taucher lösen ebenfalls die Befestigungsklammern der Auftriebskörper und Hebeseile vom Rohr, die per Kran auf die AWTI-Barge gehoben werden.



Endzustand – Verbundene Rohrleitungsabschnitte auf dem Meeresboden abgelegt (Draufsicht; schematische Darstellung)

Sobald die Taucherarbeiten abgeschlossen sind, wird die AWTI-Barge den Standort verlassen und ein Vermessungsschiff die exakte Lage der Leitung am Seeboden vermessen. In einem nachfolgenden Arbeitsschritt werden punktuelle Steinschüttungen zur Lagesicherung der Rohrleitung im Bereich des abgelegten Bogens installiert.

9. Abschlussbemerkungen

Im Rahmen der AWTI-Arbeiten kommen insgesamt fünf Schiffe zum Einsatz:

- > Eine AWTI-Barge, die am Standort positioniert und verankert wird und die Rohrleitungen miteinander verbindet;
- > Ein Ankerschlepper beziehungsweise Schlepper für die Einfahrt nach Mukran, der zugleich auch als Versorgungsschiff für die AWTI-Barge dient;
- > Ein Ankerschlepper beziehungsweise Aushilfsschlepper für die Einfahrt nach Mukran;
- > Ein Vermessungsschiff zur Vermessung der genauen Lage der Leitungen;
- > Ein Schiff zum Transport des Personals der AWTI-Barge.
- > Zudem ist ein Schiff permanent zur Sicherung der Wasserbaustelle vor Ort.

Neben den in diesem Dokument beschriebenen Arbeiten werden bei KP 16,5 in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone zwei weitere AWTI-Vorgänge erfolgen. Darüber hinaus wird auch in russischen Gewässern ein ähnliches Verfahren angewandt, um die dortigen Verlegeabschnitte der Nord Stream 2-Pipeline zu verbinden.



Nord Stream 2 AG

Baarerstrasse 52, 6300 Zug, Schweiz



Moskauer Filiale



Über Nord Stream 2

Nord Stream 2 ist eine geplante Pipeline, die Erdgas aus Russland direkt zu den europäischen Verbrauchern transportieren wird. Die rund 1.230 Kilometer lange Route durch die Ostsee stellt die effizienteste Verbindung zu den großen russischen Erdgasvorkommen dar. Nord Stream 2 knüpft an die positiven Erfahrungen und das technische Konzept der bestehenden Nord Stream-Pipeline an und folgt größtenteils der Route dieser Pipeline. Die neue Pipeline wird eine jährliche Kapazität von 55 Milliarden Kubikmetern haben – genug um 26 Millionen Haushalte zu versorgen. Nord Stream 2 wird zuverlässig Erdgas liefern, das beispielsweise bei der Stromerzeugung weniger Kohlenstoffdioxid freisetzt als Kohle. Dies trägt dazu bei, das europäische Ziel eines umweltfreundlicheren Energiemixes zu erreichen und die schwankende Versorgung mit erneuerbaren Quellen wie Wind- oder Solarenergie flexibel zu ergänzen.

www.nord-stream2.com