



Nord Stream 2

Committed. Reliable. Safe.

---

## Hintergrund: Verbindungsschweißnaht über Wasser (AWTI) im deutschen Trassenabschnitt

---

Nord Stream 2 AG | September 2021





## Inhaltsverzeichnis

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



## Verbindungsschweißnaht über Wasser (AWTI)

Die Nord Stream 2-Pipeline wurde in mehreren Phasen gebaut. Die beiden Rohrleitungen wurden von mehreren Schiffen verlegt und die unterschiedlichen Teilstücke mussten in mehreren Schritten miteinander verbunden werden. Diese Verbindung wurde mittels einer über der Wasseroberfläche durchgeführten Verbindungsschweißnaht, einem Above-Water Tie-In (AWTI), hergestellt. Insgesamt wurden drei AWTI in Deutschland durchgeführt.

### 1. AWTI in deutschen Gewässern

Der erste AWTI in deutschen Gewässern wurde im Sommer 2019 östlich von Rügen an einem der zwei Rohrstränge durchgeführt. Das Spezialschiff CASTORO 10 hatte die im Jahr 2018 dort im Küstenmeer separat abgelegten Abschnitte miteinander über Wasser verbunden.

Der zweite und dritte AWTI erfolgte durch die FORTUNA im Juli und September 2021 in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ). Hierbei wurden je Leitungsstrang die beiden Abschnitte, die aus entgegengesetzten Richtungen, aus dänischen und deutschen Gewässern, verlegt worden waren, miteinander verbunden. Nach diesen AWTI war der Offshore-Teil des jeweiligen Leitungsstranges mechanisch fertiggestellt.

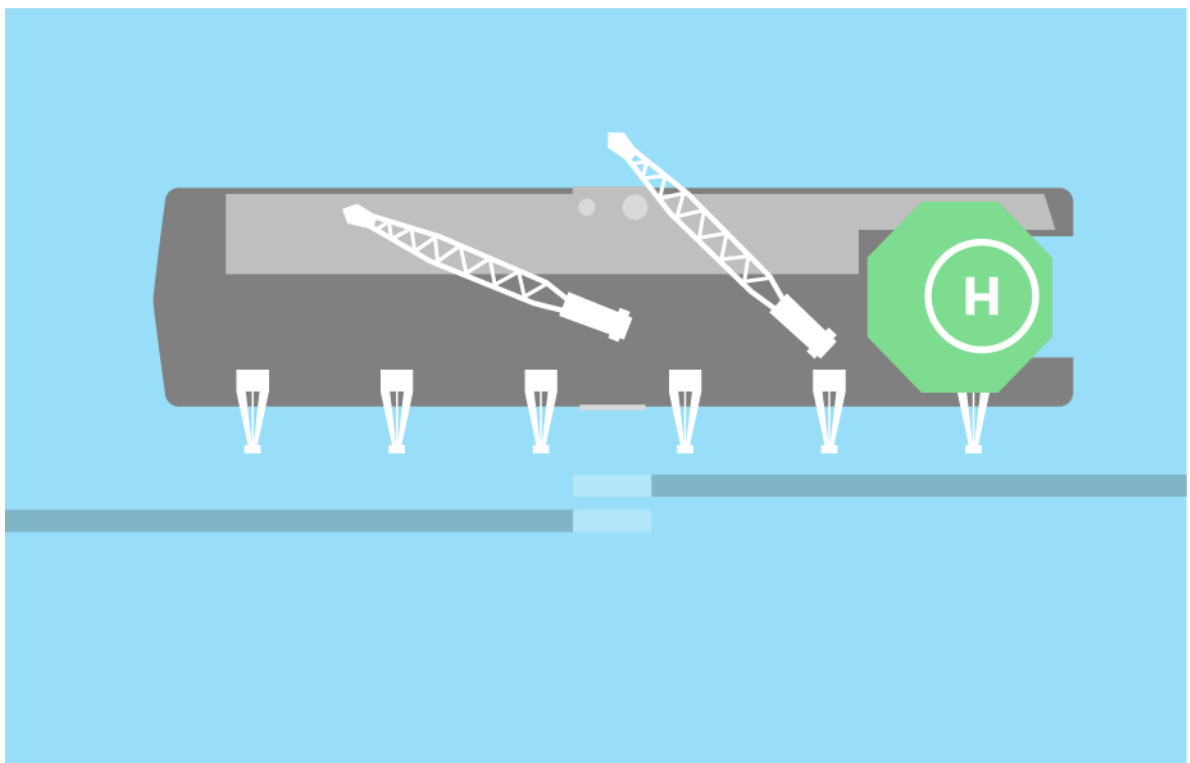
### 2. Arbeitsschritte des AWTI

Die groben Arbeitsschritte des AWTI lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- > Zwei Rohrenden liegen parallel und überlappend auf dem Seeboden;
- > Taucher bringen Auftriebstanke an den Rohrenden an und befestigen die Hebeleine von sechs längsseits der AWTI-Barge befindlichen Davits;
- > Die zwei Rohrenden werden nacheinander über die Wasserlinie angehoben;
- > Die Rohrenden werden auf die passende Länge geschnitten, ausgerichtet, verschweißt, geprüft und beschichtet;
- > Die verbundene Rohrleitung wird in einem Bogen auf dem Meeresboden abgelegt;
- > Taucher entfernen die Auftriebstanke und lösen die Hebezeuge;
- > Die exakte Liegeposition der Leitung wird von einem Vermessungsschiff überprüft;
- > In einem nachfolgenden Arbeitsschritt werden, wo benötigt, punktuelle Steinschüttungen durchgeführt, um die seitliche Stabilität des auf dem Meeresboden abgelegten Pipelinebogens zu gewährleisten.

### 3. Vorgelagerte Verlegearbeiten

Die für den AWTI notwendigen Klammern zum Anschlagen der Hebezeuge an den Rohrenden wurden bereits während der Pipelineverlegung montiert. Die jeweils letzten 350 Meter der beiden Rohrstränge vor der AWTI-Position wurden mit einer reduzierten Betonummantelung von 70 Millimeter Dicke hergestellt, um das Gewicht der Rohrleitung für den AWTI-Hebevorgang zu verringern. Das letzte Rohrstück wurde dann ohne Betonummantelung verlegt, da dieses Rohr im gehobenen Zustand auf Länge geschnitten werden musste, um das Ausrichten und Verschweißen der beiden Enden zu ermöglichen.



Ausgangssituation – Rohrleitungsabschnitte liegen auf dem Meeresboden neben dem Schiff das den AWTI durchführt (Draufsicht; schematische Darstellung)



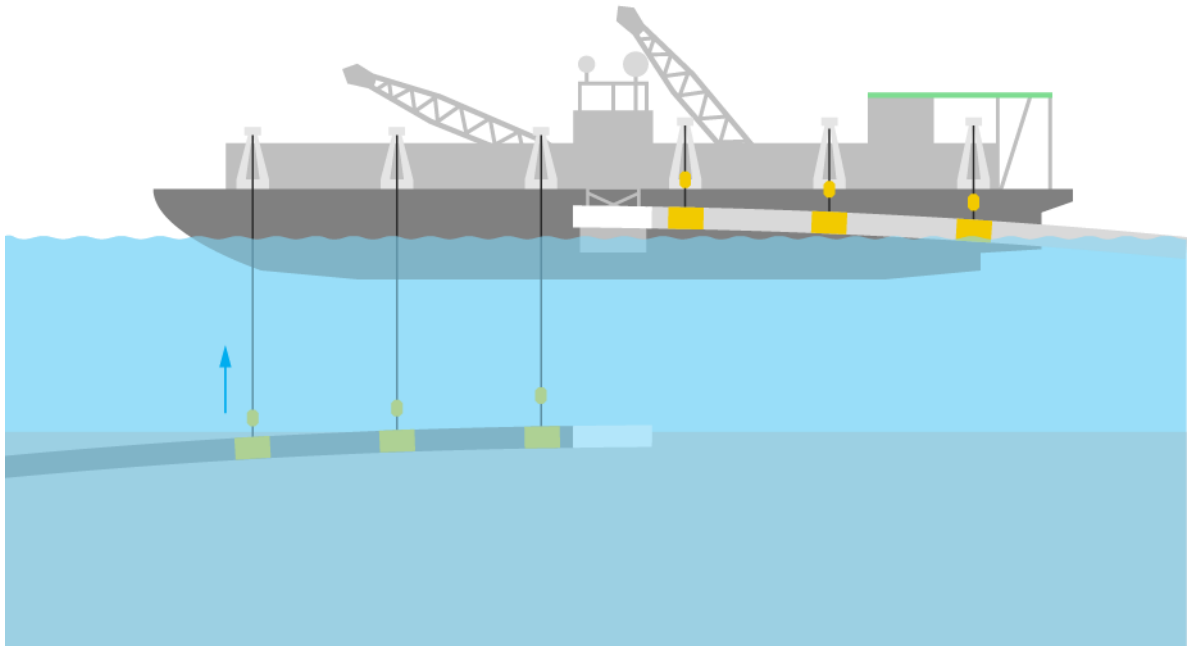
## 4. Vorbereitende Taucherarbeiten

Zunächst wurde das AWTI-Schiff am Standort des AWTIs positioniert und verankert. Innerhalb dieses Ankermusters wurden entlang der Rohrleitung an den vorinstallierten Verbindungspunkten Auftriebstanks mit Hilfe von Tauchern installiert. Jedes Rohrende wurde mit bis zu acht mal fünf Tonnen Auftrieb versehen, um das Gewicht der Rohrleitung nochmals zu reduzieren und die Rohrenden sicher in den Davitkränen der Barge anzuheben und zu halten. Beim ersten AWTI im Küstenmeer wurden die Auftriebstanks mit der Hilfe eines sogenannten Depressor Frame installiert. Dieser Installationsrahmen sorgte für den nötigen Abtrieb, um die Auftriebstanks mit Hilfe des Deckkranes der AWTI-Barge kontrolliert zu ihrer Montageposition auf der Rohrleitung zu manövrieren. Bei den AWTI in der AWZ installierten Taucher so genannte Airbags, die herabgelassen und im leeren Zustand mit der Pipeline verbunden wurden, bevor sie unter Wasser mit Luft gefüllt wurden.

Die Taucherarbeiten erfolgten unter Berücksichtigung der Arbeitsschutz- und Arbeitssicherheitsvorgaben der zuständigen Behörden und Zertifizierungsunternehmen. An Bord waren ebenfalls Vertreter der Nord Stream 2 AG zur Inspektion und Beobachtung der Taucharbeiten anwesend. Für Tauchernotfälle wurde eine Dekompressionskammer als Teil der Tauchausrüstung auf dem AWTI-Schiff installiert.

## 5. Anheben und Längen Anpassung der Rohrstränge

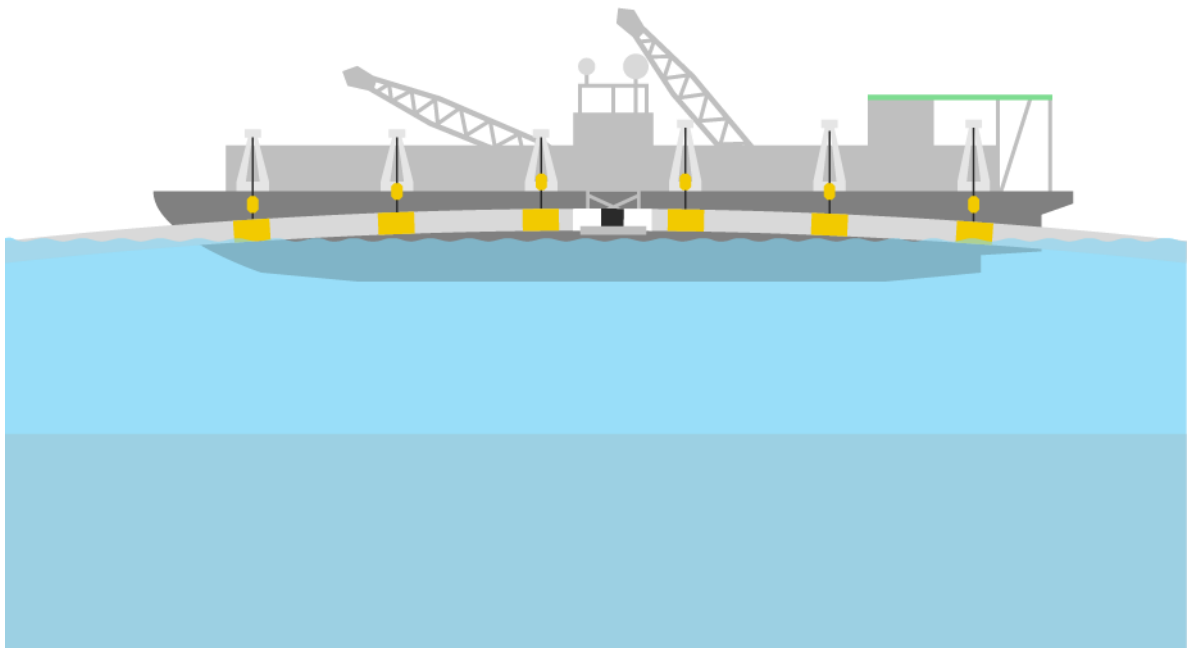
Zum Anheben der Rohrleitungen wurden das AWTI-Schiff im Ankermuster am Standort positioniert. Anschließend wurden an den vorinstallierten Rohrklammern die Hebevorrichtungen des AWTI-Schiffes mit Hilfe von Tauchern angeschlagen. Hierzu wurde das Schiff mit sechs sogenannten Davits (Hebezeuge in Konfiguration eines A- oder H-Rahmens) ausgestattet, deren Anordnung Hebearbeiten neben der Bordwand des AWTI-Schiffes ermöglicht. Daraufhin wurden beide Rohrstränge so weit angehoben, dass sich ihre Enden waagerecht oberhalb der Wasserlinie befinden. Danach wurden die Pipelineköpfe abgetrennt und die Rohre so abgelängt, dass sie zum Verschweißen zueinander ausgerichtet werden konnten. Die Ausrichtung wurde mit Hilfe einer Rohraußenzentrierung (RAZ) erreicht.



Anheben der Abschnitte (Seitenansicht; schematische Darstellung)

## 6. Verbindung der Rohrstränge

Nach dem Ablängen der Enden der beiden Rohrstränge wurden diese durch die RAZ zueinander ausgerichtet. Nachdem die korrekte Ausrichtung für das Schweißen erfolgt war, wurde die verbindende Gurnaht durch manuelles Schweißen hergestellt und anschließend zerstörungsfrei geprüft.



Verbinden der Abschnitte – AWTI (Seitenansicht; schematische Darstellung)

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

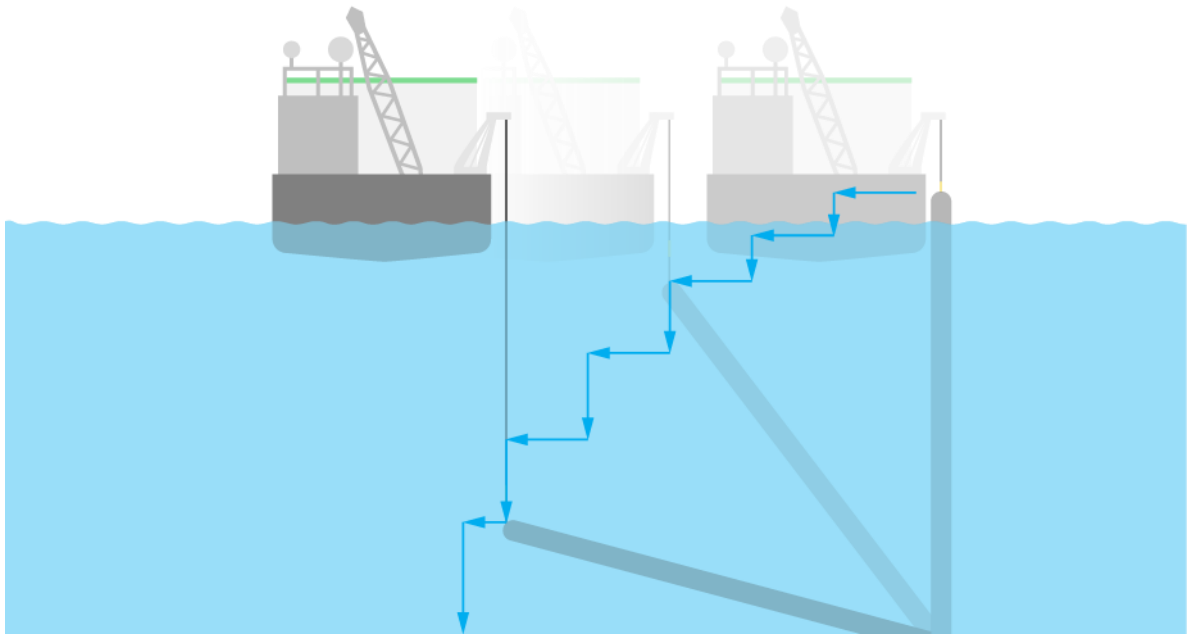
Anschließend wurden Steinschuttmatten um die Korrosionsbeschichtung gelegt und mit Spannbändern fixiert. Diese Steinschuttmatten dienen als Prallschutz, um die Korrosionsschutzbeschichtung gegen Beschädigungen während der anschließenden Steinschüttungsarbeiten zu schützen.

Eine Angleichung des Außendurchmessers im Verbindungsbereich auf den Außendurchmesser der benachbarten betonummantelten Rohre ist nicht notwendig, da die Rohrleitung direkt auf den Seeboden abgesenkt wurde, 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

Nachdem die erforderlichen Beschichtungen im geschweißten Abschnitt vorgenommen worden waren, wurde die Rohrleitung auf dem Seeboden abgelegt. Dies erfolgte durch ein schrittweises seitliches Verholen des AWTI-Schiffes 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 bis 25 Metern hat. Die seitliche Auslenkung am Seeboden steht im direkten Zusammenhang mit der zuvor gehobenen Höhe und der Wassertiefe.



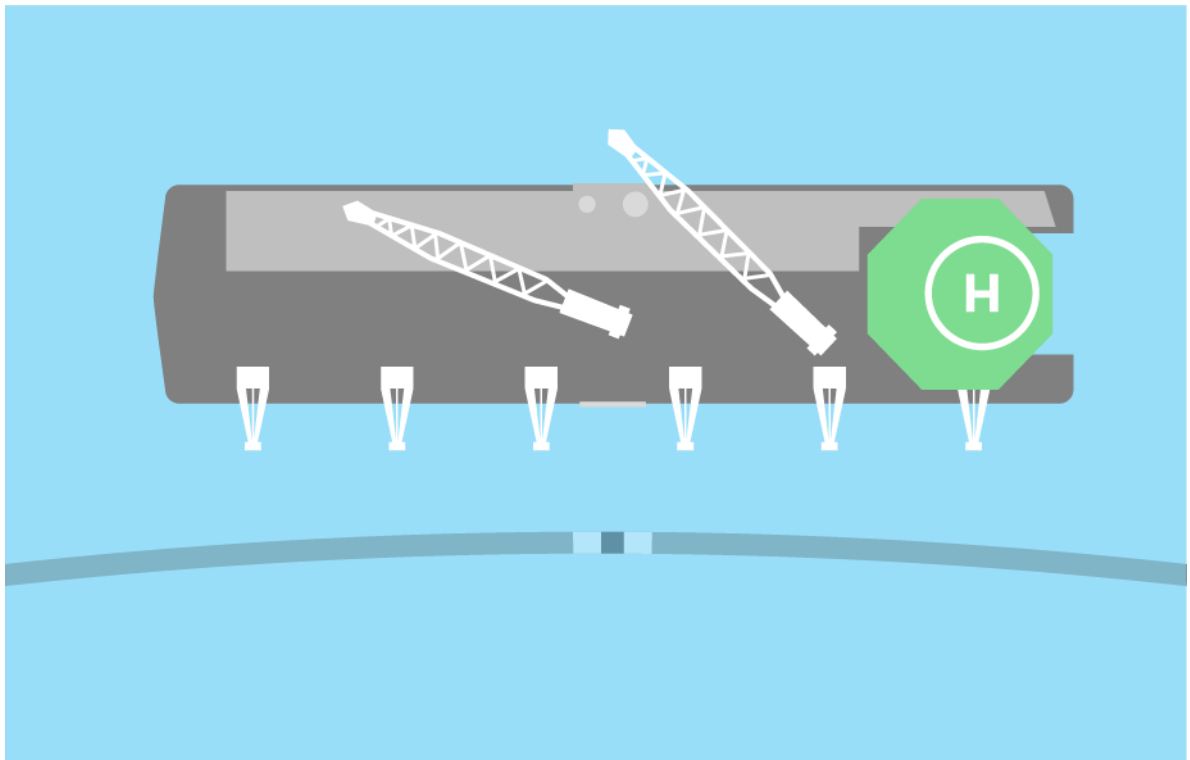


Ablegen der verbundenen Leitung (schematische Darstellung)

## 8. Nachgelagerte Taucherarbeiten

Nachdem die Leitungen verbunden und auf dem Seeboden abgelegt worden sind, wurden zunächst die Hebeseile der Davits von der Rohrleitung gelöst. Dazu kamen wieder die Taucher zum Einsatz, die ein Seil nach dem anderen von den am Rohr montierten Hebeklammern gelöst haben. Im Anschluss wurden auch die Auftriebstanks und Airbags mit Hilfe der Taucher vom Rohr entfernt und vom Kran des AWTI-Schiffes an Deck geholt. Die Taucher lösten ebenfalls die Befestigung der Auftriebstanks und Hebeseile vom Rohr. Diese wurden ebenfalls von der Pipeline auf dem Meeresboden entfernt und per Kran auf das AWTI-Schiff gehoben.





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

Sobald die Taucherarbeiten abgeschlossen sind, wird das AWTI-Schiff 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 jedes AWTI kamen insgesamt sechs bis neun Schiffe zum Einsatz:

- > Ein AWTI-Schiff, das am Standort positioniert und verankert war und die Rohrleitungen miteinander verbunden hat;
- > Zwei oder drei Ankerschlepper, die die Anker des 8- oder 12-Punkt Verankerungssystems des AWTI-Schiffes setzen;
- > Ein Schlepper, der das AWTI-Schiff zum Einsatzort schleppt. Dieser kann auch als Versorgungsschiff oder Ankerziehschlepper für das AWTI-Schiff fungieren;
- > Ein Versorgungsschiff, das die nötige Versorgung des AWTI-Schiffes sicherstellt;
- > Ein Vermessungsschiff zur Vermessung der genauen Lage der Leitungen;
- > Ein Schiff zum Transport des Personals des AWTI-Schiffes.
- > Zwei Überwachungsschiffe waren laufend vor Ort und informierten den Schiffsverkehr über die Offshore-Baustelle und die Sicherheitszone um das AWTI-Schiff.
- > Darüber hinaus wurde ein Fallrohrschiff eingesetzt, das nach der Fertigstellung des AWTI die Steinschüttungen durchführte.

Insgesamt wurden drei AWTI-Verfahren in deutschen Gewässern durchgeführt, um die beiden Stränge der Nord Stream-2 Pipeline fertigzustellen.



**Nord Stream 2 AG**

Baarerstrasse 52, 6300 Zug, Schweiz

[info@nord-stream2.com](mailto:info@nord-stream2.com)

T: +41 41 414 54 54

F: +41 41 414 54 55

Moskauer Büro

Plotnikov pereulok 17, 119002 Moskau, Russland

[info@nord-stream2.com](mailto:info@nord-stream2.com)

T: +7 495 229 65 85

F: +7 495 229 65 80

Kingissepp Büro

PO box 1, 188475 Bolschoje Kusjomino, Leningrader Gebiet, Russland

[info@nord-stream2.com](mailto:info@nord-stream2.com)

T: +7 812 331 16 71

F: +7 812 331 16 70

**Über Nord Stream 2**

Nord Stream 2 ist eine 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](http://www.nord-stream2.com)**