

SuedLink

Gleichstrom-Erdkabel

Für eine sichere und zuverlässige
Stromversorgung



HGÜ steht für Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung. Dabei handelt es sich um ein Verfahren zur Übertragung von elektrischer Energie mittels Gleichstrom über weite Strecken. Im europäischen Wechselstromnetz, das mit 50 Hertz betrieben wird, pendelt der Strom 50-mal in der Sekunde zwischen Plus- und Minuspol hin und her. Bei HGÜ ändert der Strom seine Polarität nicht. Aus diesem Grund spricht man von Gleichstrom. Mit HGÜ-Verbindungen ist es möglich, Strom in beide Richtungen zu transportieren. Sie können grundsätzlich als Seekabel im Wasser sowie an Land als Erdkabel oder Freileitung ausgeführt werden.

Die Übertragungsverluste mit HGÜ sind geringer als bei vergleichbaren Wechselstromverbindungen. Neben den vergleichsweise geringen Übertragungsverlusten bietet die HGÜ-Technologie die Möglichkeit, Lastflüsse im Netz besser zu steuern. Das hilft, die schwankende Stromproduktion aus erneuerbaren Energien besser in das Stromnetz zu integrieren.

Gleichstromleitungen wie SuedLink müssen nach Änderung der Bestimmungen des Rechts des Energieleitungsbaus im Dezember 2015 mit einem allgemeinen Erdkabel-Vorrang geplant und realisiert werden. Im Folgenden wird sich daher auf den Erdkabel-Einsatz bei SuedLink konzentriert.

Vorteile der HGÜ-Technologie auf einen Blick

- Geringere Übertragungsverluste beim Stromtransport über weite Strecken
- HGÜ-Erdkabel können auf weiten Strecken eingesetzt werden
- Hohe Übertragungskapazität
- Flexibilität und Systemstabilität des Stromnetzes werden erhöht

SuedLink im Überblick

Verankerung im Bundesbedarfsplan 2015 als Maßnahmen
Nr. 3 „Brunsbüttel-Großgartach“
Nr. 4 „Wilster-Grafenrheinfeld“

Projektpartner: TenneT und TransnetBW

Übertragungskapazität: insgesamt 4 Gigawatt
(2 Gigawatt pro Vorhaben)

Übertragungsmedium: HGÜ-Erdverkabelung;
Freileitungsabschnitte nur in Ausnahmen

Konvertertechnologie: Selbstgeführte Konverter (Voltage Source Converter) an den Netzverknüpfungspunkten

Die technischen Parameter bei SuedLink stehen noch nicht fest. Derzeit sind TenneT und TransnetBW dabei, die verschiedenen technischen Ausführungsmöglichkeiten zusammenzutragen und sie im Antrag nach § 6 NABEG für die Bundesnetzagentur aufzubereiten.

Anforderungen an Kabelgräben bei SuedLink

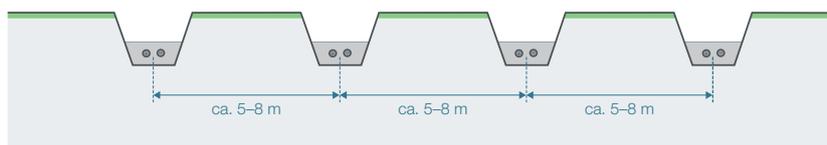
SuedLink besteht aus zwei Verbindungen. Werden diese räumlich getrennt voneinander platziert, werden die zwei Kabelsysteme in getrennten Trassen verlegt. Die Verlegung eines Kabelsystems kann je nach Konvertopologie und Kabeltyp in ein oder zwei Kabelgräben erfolgen.

Die Trennung in mehrere Kabelgräben erfolgt aus bautechnischen und thermischen Gründen, um z. B. den Erdaushub zu minimieren und eine ausreichende Wärmeableitung der Kabel zu gewährleisten. Pro Vorhaben wird ein Schutzrohr für die Lichtwellenleiter zur Datenübertragung zwischen den Netzverknüpfungspunkten mitverlegt.

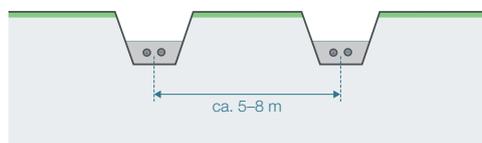
Werden beide SuedLink-Vorhaben unmittelbar nebeneinander verlegt, spricht man von einer Stammstrecke. Die Kabelgräben der beiden Vorhaben werden – wiederum in Abhängigkeit der Konvertopologie und Kabeltypen – in zwei oder vier Gräben nebeneinander angeordnet.

Die in einem Graben verlegten Plus- und Minuspole haben einen Abstand von circa 0,5 Meter zueinander, die Grabensohle ist circa 1 Meter breit und die Überdeckung der Kabel beträgt mindestens 1,30 Meter. Der Abstand zum nächsten Graben mit weiteren zwei Kabeln beträgt ca. 5–8 Meter. Dieser Abstand wird in Abhängigkeit der örtlichen Gegebenheiten und des Bauablaufs sowie den thermischen Anforderungen des Bodens bestimmt.

Die gesamte Trassenbreite einer Stammstrecke im Betrieb beträgt circa 30 Meter. Sie umfasst bis zu vier Kabelgräben inklusive Zwischenräume sowie äußere Schutzabstände von jeweils 3 Metern. Der Arbeitsstreifen hat während der Bauarbeiten eine Breite von etwa 40 Meter, die abhängig von lokalen Bedingungen und Bodenverhältnissen variieren kann. Das hängt im Wesentlichen von der Anzahl der zu trennenden Bodenschichten sowie der Anzahl und Breite der Baustraßen ab.



Beispiel für Regelprofil Stammstrecke – zwei Verbindungen



Beispiel für Regelprofil einfache Strecke – eine Verbindung

Kabelverbindungen

Die einzelnen Erdkabelabschnitte werden durch sogenannte Muffen miteinander verbunden. Die Muffenmontage erfolgt in einem Container auf der Baustelle, um während der Arbeiten trockene, staubfreie und thermisch kontrollierte Bedingungen zu gewährleisten. Nach Abschluss der Arbeiten an den Muffen werden die Container abgebaut und die Muffen werden gemeinsam mit den Erdkabeln im Kabelgraben mit dem Bettungsmaterial und dem Aushubmaterial überdeckt.

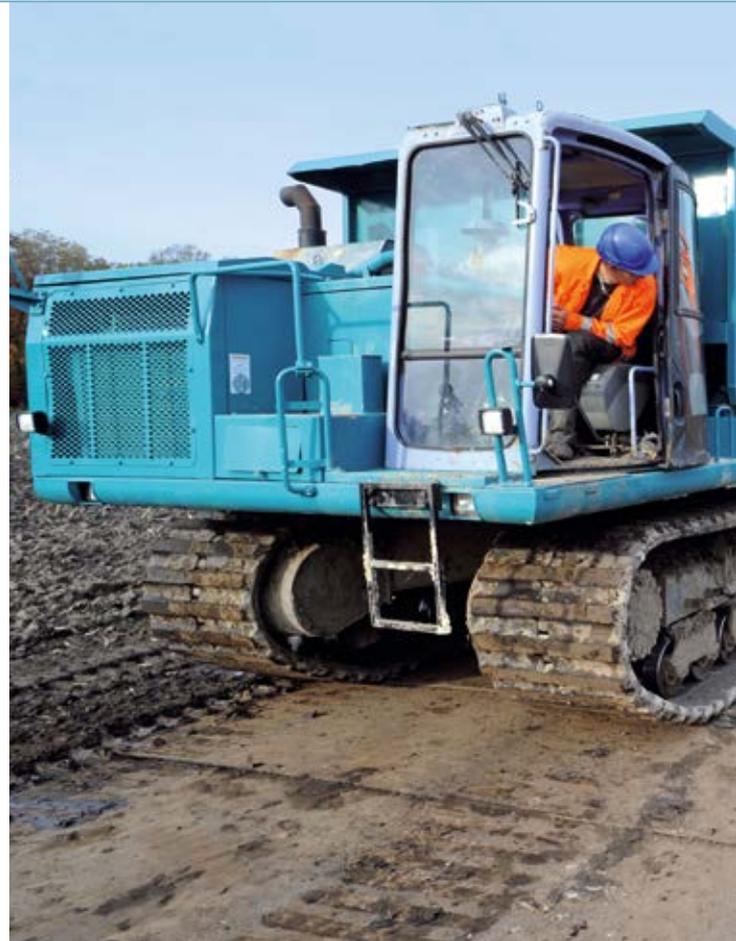


Fertige Muffen vor dem Verfüllen mit Bettungsmaterial

Offene Verlegung als Regelfall

HGÜ-Erdkabel können in Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten, wie z. B. der Bodenbeschaffenheit oder der Topologie, auf unterschiedliche Weise verlegt werden. Bei der Planung von SuedLink wird der offene Kabelgraben als Regelfall angenommen. Davon abweichende Bauweisen, wie zum Beispiel das Pflugverfahren, werden gegebenenfalls berücksichtigt, um Auswirkungen auf den Untergrund zu reduzieren oder zu vermeiden.

Bei der offenen Verlegeweise werden vor Beginn der Bauarbeiten unter anderem Untersuchungen bezüglich des Bodens, der Archäologie, der Kampfmittelräumung und der Hydrologie vorgenommen. Es werden Baustraßen und Zufahrten für den Baustellenverkehr und die Kabeltrommeltransporte eingerichtet und die genauen Kabelgräben eingemessen und markiert. Im nächsten Schritt wird der Ober- und Unterboden abgetragen und getrennt



gelagert. Die Kabel werden mit einer Mindestüberdeckung von 1,3 Metern in eine Sandbettung verlegt und mit Schutzplatten versehen. Das geschieht insbesondere, um zu vermeiden, dass die Erdkabel bei späteren Erdarbeiten beschädigt werden. Anschließend wird der Kabelgraben mit dem vorher entnommenen Ober- und Unterboden wieder aufgefüllt und die Rekultivierung durchgeführt. Das Trassenwarnband bezüglich der Hochspannung wird ebenfalls in den Unterboden mitverlegt.

Geschlossene Verlegung bei sensiblen Bereichen

Die Querung von Hindernissen, wie Gewässern oder Straßen, kann mit Hilfe einer geschlossenen Verlegung erfolgen. Zum Einsatz kommen dabei unterschiedliche Verfahren: Rohrpressverfahren, Spühlbohrverfahren (englisch: Horizontal Directional Drilling, abgekürzt: HDD) oder der Einsatz von Mikrotunneln. Das Rohrpressverfahren kann



Rückverfüllung des Kabelgrabens

beispielsweise zur Querung von Bahnstrecken und Schnellstraßen eingesetzt werden, stößt aber bei etwa 30–50 Metern Länge an seine Grenzen.

Mittels HDD können Straßen, Bahnlinien, Gewässer und Deiche unterkreuzt werden. Auch als Eingriffsverminderungsmaßnahme zur Unterquerung von Schutzgebieten kann eine HDD anstelle der offenen Standardbauweise in Betracht gezogen werden. Je nach Länge der Bohrung und Art des zu kreuzenden Untergrundes sind unterschiedlich große Start- und Zielbaustellen mit entsprechender Ausrüstung erforderlich.

Unterirdische Kreuzungen mit einer Länge von über 1000 Metern, z. B. bei längeren Schutzgebietenbereichen, können nicht mehr in HDD ausgeführt werden, da die Bohrlänge sowie die Zugkräfte am Kabel beim Einzug zu hoch

Bauphasen bei der Erdkabelverlegung

Vor Baubeginn	Baugrunduntersuchungen Kampfmittelräumung Drainagesysteme in Gestattungsverträge Befahrungsanalyse Baufeldfreimachung
Trassen- vorbereitung	Auspflücken der Trasse Wegebau Baustellensicherung Ggf. Vorbereitung HDDs
Abtrag Oberboden	Aushub Oberboden Lagerung Ggf. Begrünung, Schutz vor Verwehung
Herstellung Grabenprofil	Aushub Unterboden Getrennte Lagerung der Bodenhorizonte Ggf. Installation offene Wasserhaltung Sandbettschüttung
Kabelzug	Kabeltrommeltransport Kabelzug durch Graben
Muffen	Installation von Muffencontainer Muffenmontage Deinstallation von Muffencontainer Bettung der Muffe im Sand
Rückverfüllung Graben	Aufschüttung des Sandbettes um das Kabel Einbringung von Schutzplatten Rückverfüllung des Unterbodens Einbringung des Trassenwarnbands Einbringung restlicher Unter- und Oberböden Einbaukontrolle Boden (Verdichtungsnachweis)
Rekultivierung	Oberflächenwiederherstellung ggf. Düngung ggf. Neueinsaat
Flächennutzung nach Bau	Land- und Viehwirtschaft möglich Keine Bebauung und tiefwurzelnde Pflanzen

werden. In solchen Fällen können Mikrotunnel erstellt werden. Da Mikrotunnel mit längeren Bauzeiten und unter Umständen mit größeren Eingriffen in die Natur verbunden sind, muss der Einsatz stets abgewogen werden.

Im Anschluss an die Bauphase kann die Trasse generell wieder landwirtschaftlich genutzt oder begrünt werden, muss jedoch von tiefwurzelnden Gehölzen und von Gebäuden freigehalten werden.

Bauphasen bei Erdkabelprojekten

Immer mit dabei:



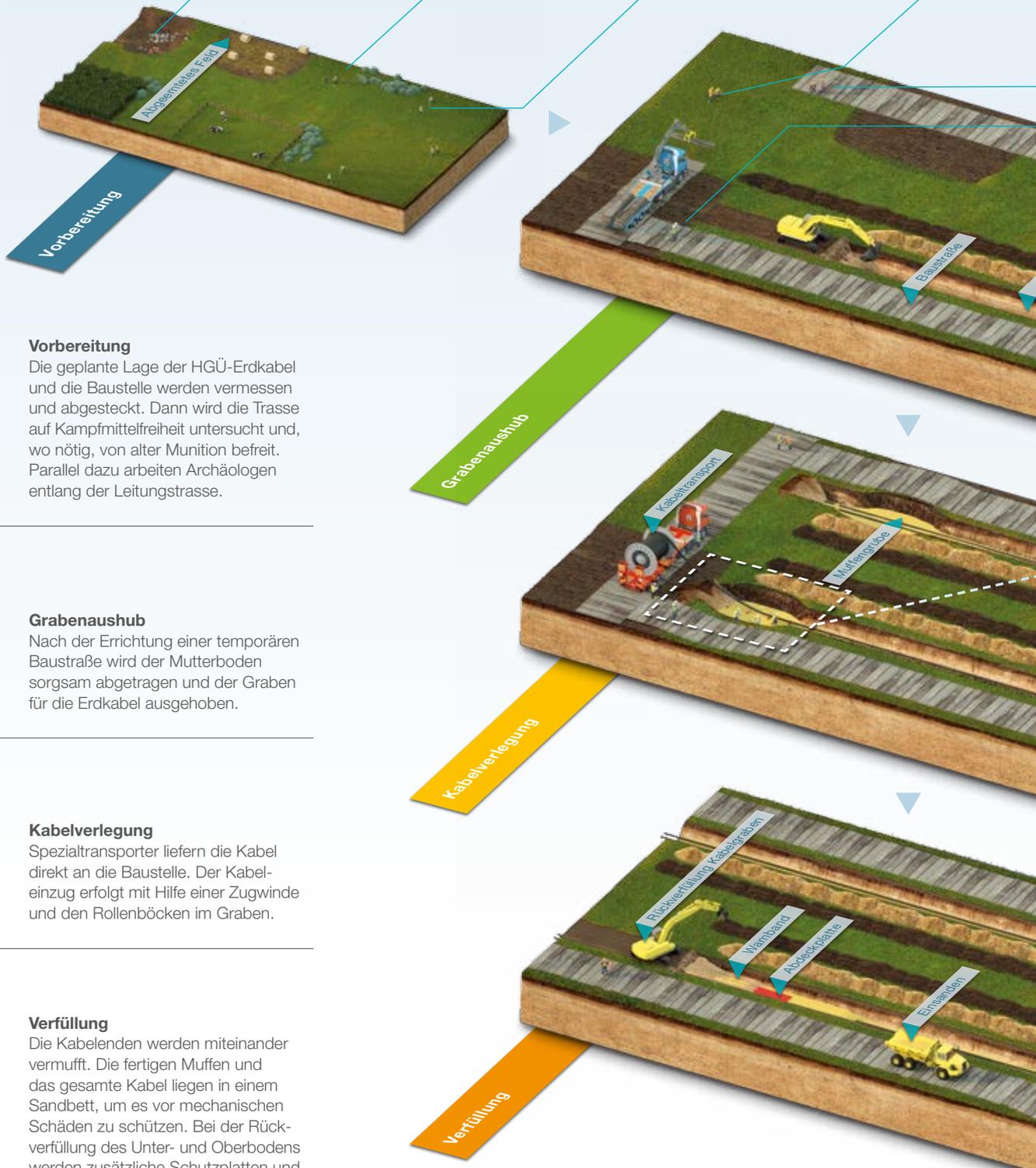
Archäologische
Baubegleitung



Kampfmittel-
räumdienst



Vermesser



Phase

1

Vorbereitung

Die geplante Lage der HGÜ-Erdkabel und die Baustelle werden vermessen und abgesteckt. Dann wird die Trasse auf Kampfmittelfreiheit untersucht und, wo nötig, von alter Munition befreit. Parallel dazu arbeiten Archäologen entlang der Leitungstrasse.

Phase

2

Grabenaushub

Nach der Errichtung einer temporären Baustraße wird der Mutterboden sorgsam abgetragen und der Graben für die Erdkabel ausgehoben.

Phase

3

Kabelverlegung

Spezialtransporter liefern die Kabel direkt an die Baustelle. Der Kabeleinzug erfolgt mit Hilfe einer Zugwinde und den Rollenböcken im Graben.

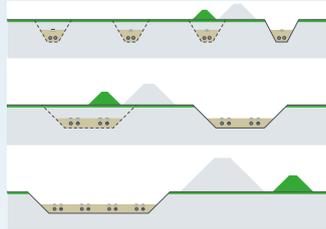
Phase

4

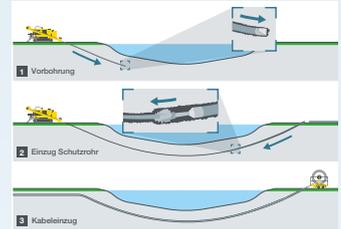
Verfüllung

Die Kabelenden werden miteinander vermufft. Die fertigen Muffen und das gesamte Kabel liegen in einem Sandbett, um es vor mechanischen Schäden zu schützen. Bei der Rückverfüllung des Unter- und Oberbodens werden zusätzliche Schutzplatten und Warnbänder mitverlegt.

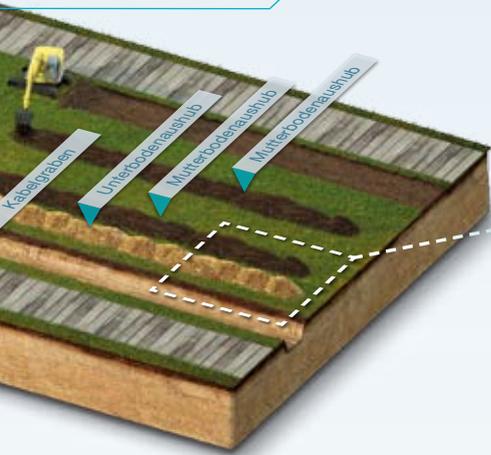
Ökologische Baubegleitung
 Bodenkundliche Baubegleitung
 Bauleitung



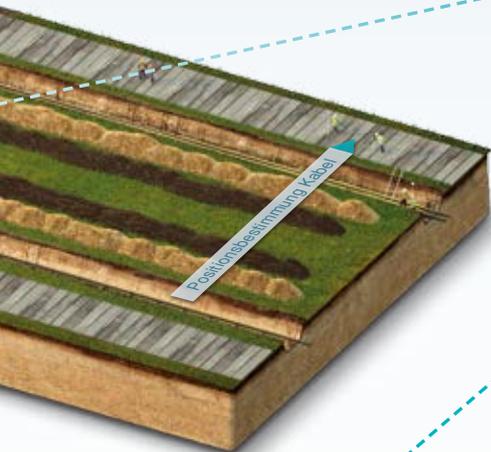
Offene Verlegeweise



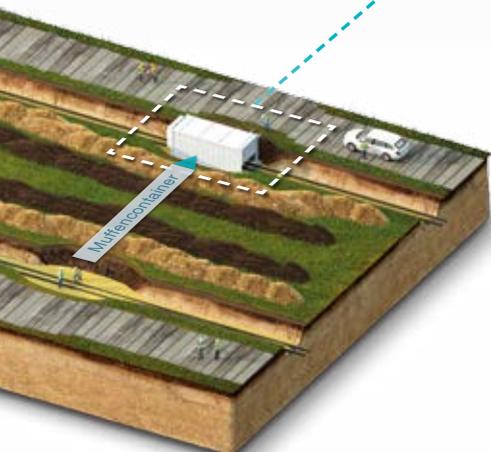
Geschlossene Verlegeweise



Getrennte Bodenmieten



Kabeleinzug



Kabellänge



Die Kabelverbindung: Prüfung Muffen



Prüfung



Phase 5
Rekultivierung
 Nachdem der Graben wieder verfüllt ist und die Bauarbeiten abgeschlossen sind, beginnen die Rekultivierungsarbeiten.
 Der Bereich kann anschließend wieder landwirtschaftlich genutzt werden.



TenneT ist einer der führenden Übertragungsnetzbetreiber in Europa. Mit rund 22.000 Kilometern Hoch- und Höchstspannungsleitungen in den Niederlanden und in Deutschland bieten wir 41 Millionen Endverbrauchern rund um die Uhr eine zuverlässige und sichere Stromversorgung. TenneT entwickelt mit etwa 3.000 Mitarbeitern als verantwortungsbewusster Vorreiter den nordwesteuropäischen Energiemarkt weiter und integriert im Rahmen der nachhaltigen Energieversorgung vermehrt erneuerbare Energien.

Taking power further

TenneT TSO GmbH
Bernecker Straße 70
95448 Bayreuth
Deutschland

Telefon + 49 (0)921 50740-0
Fax + 49 (0)921 50740-4095

E-Mail info@tennet.eu
Twitter @TenneT_DE

www.tennet.eu

© TenneT TSO GmbH – Februar 2017

Nichts aus dieser Ausgabe darf ohne ausdrückliche Zustimmung der TenneT TSO GmbH vervielfältigt oder auf irgendeine andere Weise veröffentlicht werden. Aus dem Inhalt des vorliegenden Dokuments können keine Rechte abgeleitet werden.

