SuedLink

Ein Vorhaben von: TenneT TRANSNET BW

Gleichstrom-Technologie

Factsheet | Für eine sichere und zuverlässige Stromversorgung

SuedLink im Überblick

- Verankerung im Bundesbedarfsplan 2015 als Maßnahmen
  Nr. 3 „Brunsbüttel-Großgartach“
  Nr. 4 „Wilster-Bergrheinfeld/West“
- Vorhabenträger: TransnetBW und TenneT
- Übertragungskapazität: insgesamt 4 Gigawatt
  (2 Gigawatt pro Vorhaben)
- Übertragungsmedium: HGÜ-Erdkabel
- Konvertertechnologie: Selbstgeführte Konverter
  (Voltage Source Converter) an den Netzverknüpfungspunkten

HGÜ – effiziente Stromübertragung über weite Strecken

Erneuerbare Energien schwanken stark in ihrer Stromproduktion. Die leistungsstarke Höchstspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) – wie sie bei SuedLink eingesetzt wird – hilft, den lokal produzierten Ökostrom zu bündeln und flexibel in das Stromnetz zu integrieren. Mit der HGÜ-Technologie können Lastflüsse im Netz besser gesteuert werden. Außerdem sind die Übertragungsverluste geringer als bei vergleichbaren Wechselstromverbindungen. Erneuerbare Energien können so flexibel und effizient über weite Strecken transportiert werden.

Bei der HGÜ wird elektrische Energie mittels Gleichstroms übertragen. Das Stromnetz in Deutschland wird standardmäßig mit Wechselstrom betrieben. Auch in Haushaltsgeräten wird Wechselstrom verbraucht. Um Gleichstromleitungen wie SuedLink in das bestehende Wechselstromnetz zu integrieren, sind Konverter notwendig. Diese wandeln Wechselstrom in Gleichstrom um – und umgekehrt.

Die HGÜ bietet den Vorteil, elektrische Energie über sehr weite Entfernungen zu transportieren. Nach einer Gesetzesänderung im Dezember 2015 gilt für Gleichstromleitungen wie SuedLink grundsätzlich ein Erdkabel-Vorrang. Daher wird SuedLink vollständig als Erdkabel geplant.

Vorteile der HGÜ-Technologie auf einen Blick

- Geringere Übertragungsverluste beim Stromtransport über weite Strecken
- Im Gegensatz zu AC-Kabeln (AC = „alternating current“, d. h. Drehstrom) können HGÜ-Erdkabel auch auf langen Strecken (mehrere hundert Kilometer) eingesetzt werden. Bei AC-Kabeln ist die Länge der Strecken durch technische und wirtschaftliche Parameter begrenzt.
- Hohe Übertragungskapazität
- Flexibilität und Systemstabilität des Stromnetzes werden erhöht.

SuedLink: 525-kV-Erdkabel

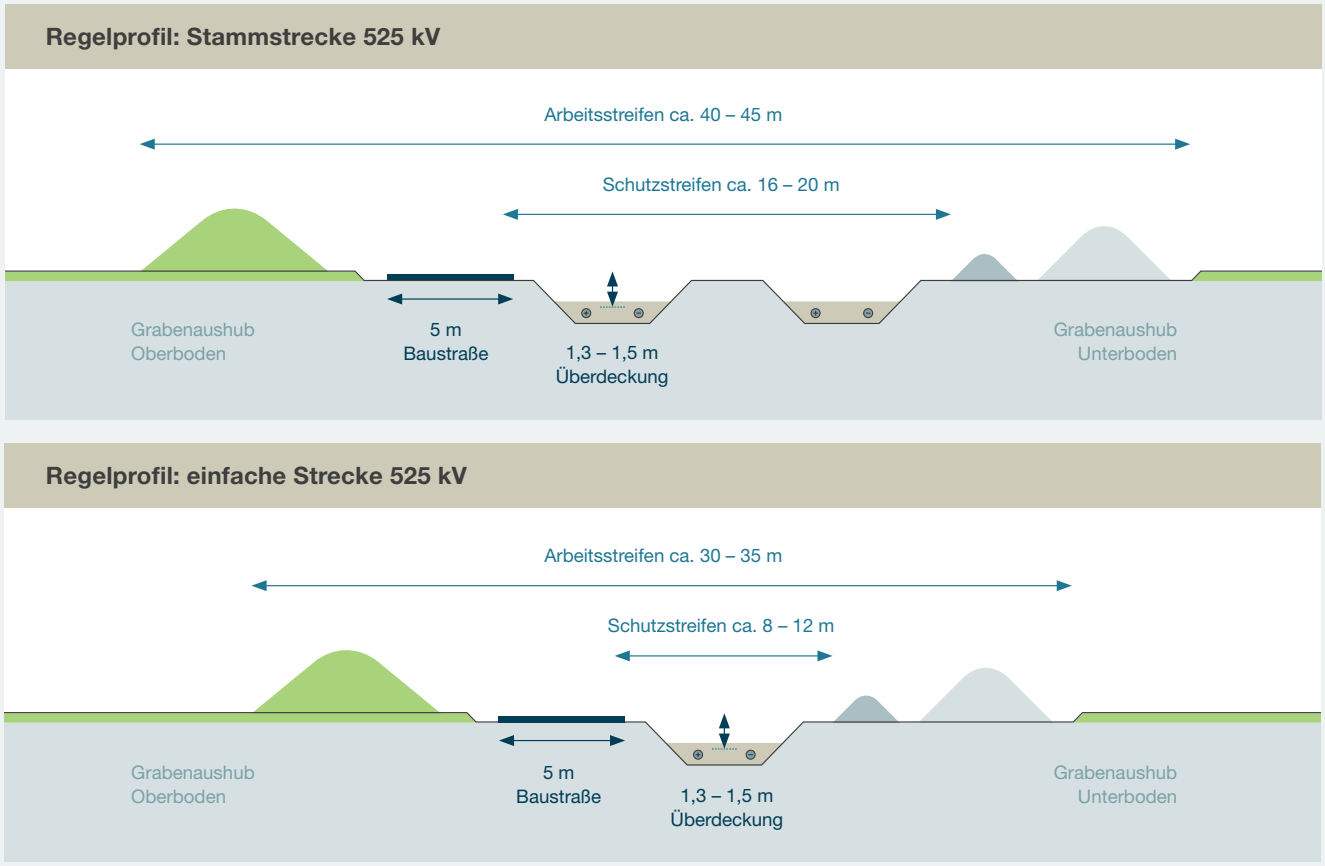
TransnetBW und TenneT haben sich bei SuedLink für den Einsatz innovativer 525-kV-Erdkabel entschieden. Die 525-kV-Kabel übertragen mehr Strom als die Kabel mit der herkömmlichen Spannungsebene von 320 kV. Das halbiert die Anzahl der benötigten Kabel und minimiert die Auswirkungen auf Mensch und Natur. Die Eignung der 525-kV-Technologie wurde zuvor durch langjährige Tests bestätigt.

Kabelgräben bei SuedLink

SuedLink besteht aus zwei Vorhaben (siehe „SuedLink im Überblick“ auf Seite 2), die über einen Großteil ihrer Strecke, der sogenannten Stammstrecke, nebeneinander verlaufen. So können die Auswirkungen auf Mensch und Natur so gering wie möglich gehalten werden. Aufgrund der unterschiedlichen südlichen und nördlichen Endpunkte der beiden Verbindungen werden die zwei Kabelsysteme jedoch teilweise auch räumlich getrennt verlegt.

Auf der Stammstrecke werden die 525-kV-Kabel in zwei nebeneinanderliegenden Gräben angeordnet. Eine Trennung in zwei Kabelgräben erfolgt aus bautechnischen und betriebsbedingten Gründen, um zum Beispiel den Erdaushub zu minimieren. Pro Vorhaben wird ein Schutzrohr für die Lichtwellenleiter zur Datenübertragung zwischen den Netzverknüpfungspunkten mitverlegt. Der Achsabstand zwischen den Gräben beträgt bis zu 10 Meter. Ausschlaggebend dafür sind die Bodenbeschaffenheit und geplante Bauausführungen. Die Gräben sind zwischen 1,80 und 2,00 Meter tief, um im Regelfall eine Überdeckung der Kabel von 1,30 bis 1,50 Meter gewährleisten zu können.

Die Breite des Schutzstreifens bei der Stammstrecke beträgt im Betrieb ca. 16 bis 20 Meter. Sie umfasst beide Kabelgräben, Zwischenraum sowie äußere Schutzabstände von jeweils 3 Metern (im Waldbereich 5 Meter). Während der Bauphase hat der Arbeitsstreifen eine Breite von ca. 40 bis 45 Metern. Die Breite hängt im Wesentlichen von der Anzahl der zu trennenden Bodenschichten sowie der Anzahl und Breite der Baustraßen ab.



Regelprofile Stammstrecke und einfache Strecke

Rückverfüllung des Kabelgrabens

Kabelverbindungen

Die einzelnen Kabellängen für SuedLink sind, abhängig von den Gegebenheiten entlang des Kabelverlaufs, im Standardfall 1.000 Meter lang und werden auf Kabelspulen zur Baustelle transportiert. Um ein durchgehendes Gleichstrom-Erdkabel verlegen zu können, müssen die Enden der einzelnen Kabelstücke mit Hilfe sogenannter Muffen verbunden werden. Die Montage 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 entfernt und die Muffen sowie Erdkabel mit dem Bettungs- und Aushubmaterial überdeckt.

Offene Verlegung als Regelfall

Gleichstrom-Erdkabel können in Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten auf unterschiedliche Weise verlegt werden. Bei der Planung von SuedLink wird der offene Kabelgraben als Regelfall angenommen. Alternative Verlegemethoden, wie zum Beispiel das Pflugverfahren, werden derzeit auf ihre Anwendbarkeit geprüft und gegebenenfalls berücksichtigt.

Dort, wo es notwendig ist, werden Baustraßen und Zufahrten für den Baustellenverkehr und die Kabelspulentransporte eingerichtet sowie die genauen Kabelgrabenachsen eingemessen und markiert. Im nächsten Schritt werden der Oberboden und nachfolgend die Unterbodenhorizonte abgetragen und getrennt voneinander gelagert. Die Anzahl der erforderlichen Trennungen und getrennten Lagerungen richtet sich nach den örtlichen Bodenverhältnissen. In die Grabensohle werden die Kabel und Nebenanlagen (zum Beispiel Schutzrohre für Lichtwellenleiterkabel) eingezogen und vermessen. Anschließend wird der Boden in der gleichen Reihenfolge wie bei der Entnahme rückverfüllt.

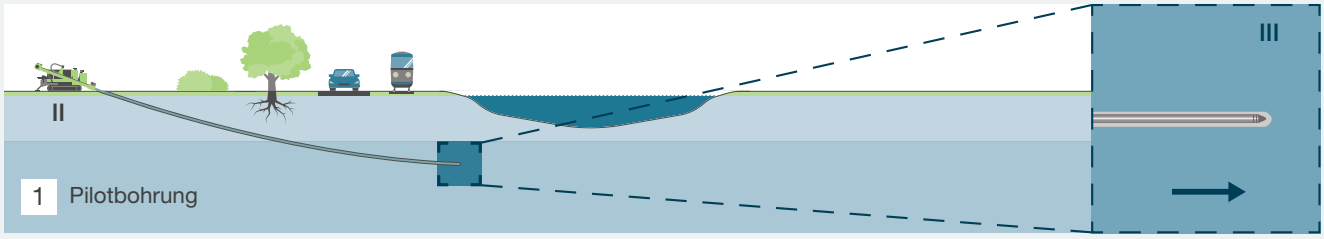
Geschlossene Verlegung

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 Mikrotunnel. Das Rohrpressverfahren kann beispielsweise zur Querung von Schnellstraßen eingesetzt werden, stößt in der Regel aber bei etwa 50 Metern Länge an seine Grenzen.

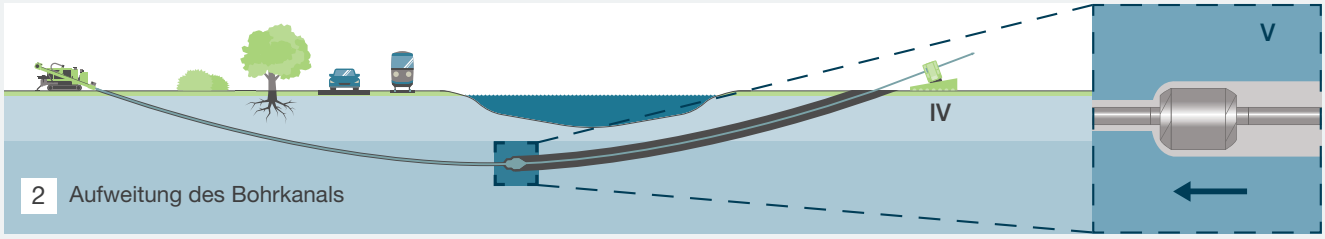
Mittels HDD können Straßen, Bahnlinien, Gewässer und Deiche unterkreuzt werden. Auch als Eingriffsverminderungsmaßnahme zur Unterquerung von Schutzgebieten kann eine HDD-Bohrung anstelle der offenen Bauweise in Betracht gezogen werden. Je nach Länge der Bohrung und Art des zu kreuzenden Untergrundes sind unterschiedlich große Start- und Zielbaustellen mit entsprechender Ausrüstung erforderlich. Die Unterbohrung von Hindernissen mittels HDD-Verfahren ist überlicherweise über eine Länge von bis zu 1.000 Metern möglich.

Unabhängig von der Bauweise – offen oder geschlossen – kann im Anschluss an die Bauphase der Schutzstreifen wieder landwirtschaftlich genutzt oder begrünt werden, muss jedoch im Falle der offenen Verlegung von tiefwurzelnden Gehölzen und von Gebäuden freigehalten werden.

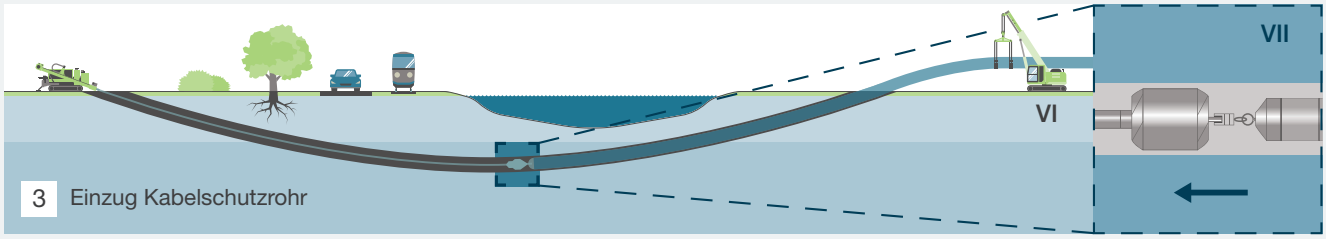
Geschlossene Verlegeweise (HDD-Verfahren)



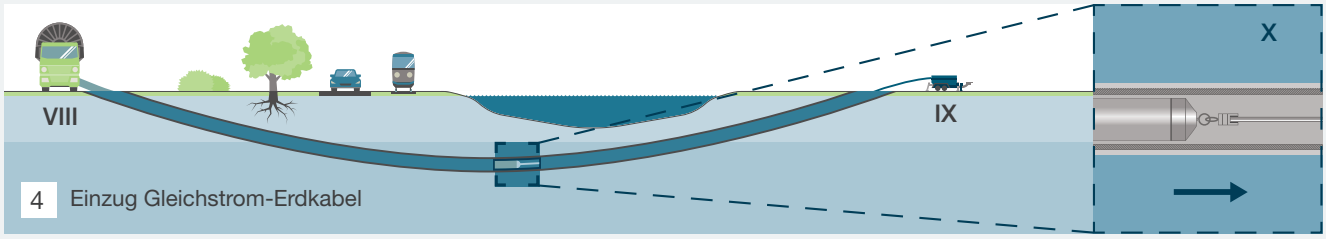
Zunächst wird mit Hilfe eines steuerbaren Bohrkopfes eine Pilotbohrung durchgeführt. Der Bohrkopf wird über ein sogenanntes Horizontalbohrgerät (HDD Rig) vorangetrieben, in dem am Eintrittspunkt Stangen nachgeschoben werden, bis der unterirdische Kanal die notwendige Länge am Austrittspunkt erreicht hat.



In einem zweiten Schritt wird der Bohrkanal mittels eines Räumwerkzeugs aufgeweitet. Mit Hilfe einer sogenannten Klemm- und Brechvorrichtung werden vom ursprünglichen Austrittspunkt Stangen nachgeführt, die das Räumwerkzeug stabilisieren. Dieser Schritt kann wiederholt werden, bis der erforderliche Enddurchmesser des Bohrkanals erreicht ist.



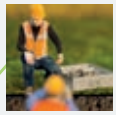
Danach wird das zu verlegende Kabelschutzrohr an das Ende des Bohrgestänges geschraubt und rückwärts durch den Kanal eingezogen.



Zuletzt wird das zu verlegende Erdkabel in das Kabelschutzrohr eingezogen. Auf Grund der Zugkräfte, die auf das Kabel einwirken, werden derzeit Einzuglängen von bis zu 1.000 Meter für möglich gehalten. Somit können bei SuedLink voraussichtlich nur Bereiche mit ca. 1.000 Meter Länge mittels HDD gequert werden.

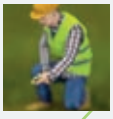
I Horizontal Directional Drilling = Horizontalspühlbohrung; II Horizontalbohrgerät (HDD Rig); III steuerbarer Bohrkopf; IV Klemm- und Brechvorrichtung; V Räumwerkzeug; VI Bagger zur Stabilisierung des Kabelschutzrohrs; VII angehängtes Kabelschutzrohr; VIII Kabeltrommel auf LKW-Tieflader; IX Kabelzugwinde; X Gleichstrom-Erdkabel

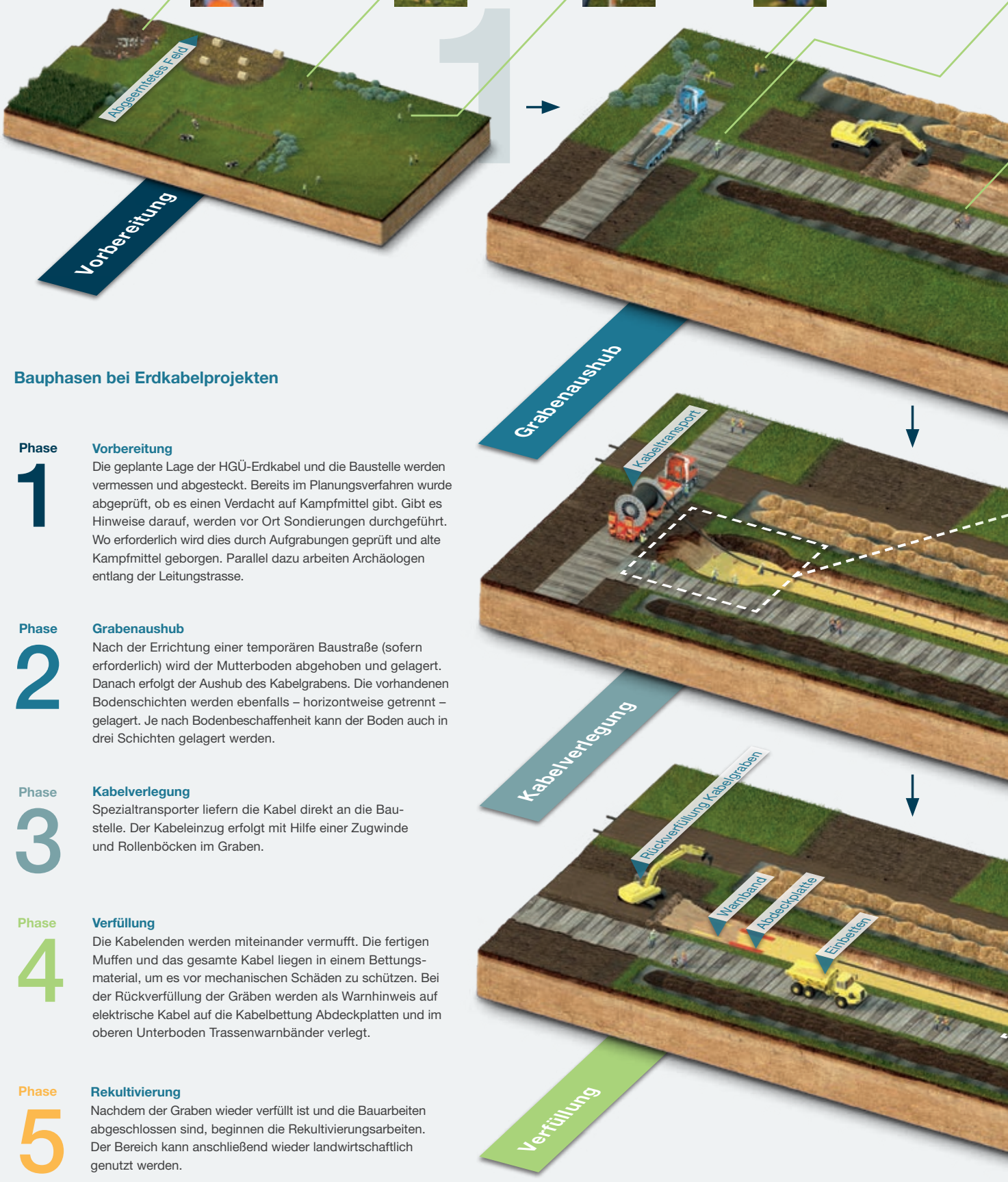
Immer mit dabei:


Archäologische Baubegleitung

Kampfmittel-räumdienst

Vermesser


Ökologische Baubegleitung



Bauphasen bei Erdkabelprojekten

Phase 1

Vorbereitung

Die geplante Lage der HGÜ-Erdkabel und die Baustelle werden vermessen und abgesteckt. Bereits im Planungsverfahren wurde abgeprüft, ob es einen Verdacht auf Kampfmittel gibt. Gibt es Hinweise darauf, werden vor Ort Sondierungen durchgeführt. Wo erforderlich wird dies durch Aufgrabungen geprüft und alte Kampfmittel geborgen. Parallel dazu arbeiten Archäologen entlang der Leitungstrasse.

Phase 2

Grabenaushub

Nach der Errichtung einer temporären Baustraße (sofern erforderlich) wird der Mutterboden abgehoben und gelagert. Danach erfolgt der Aushub des Kabelgrabens. Die vorhandenen Bodenschichten werden ebenfalls – horizontweise getrennt – gelagert. Je nach Bodenbeschaffenheit kann der Boden auch in drei Schichten gelagert werden.

Phase 3

Kabelverlegung

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

Phase 4

Verfüllung

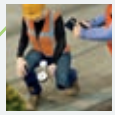
Die Kabelenden werden miteinander vermufft. Die fertigen Muffen und das gesamte Kabel liegen in einem Bettungsmaterial, um es vor mechanischen Schäden zu schützen. Bei der Rückverfüllung der Gräben werden als Warnhinweis auf elektrische Kabel auf die Kabelbettung Abdeckplatten und im oberen Unterboden Trassenwarnbänder verlegt.

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.

Örtliche Bauüberwachung

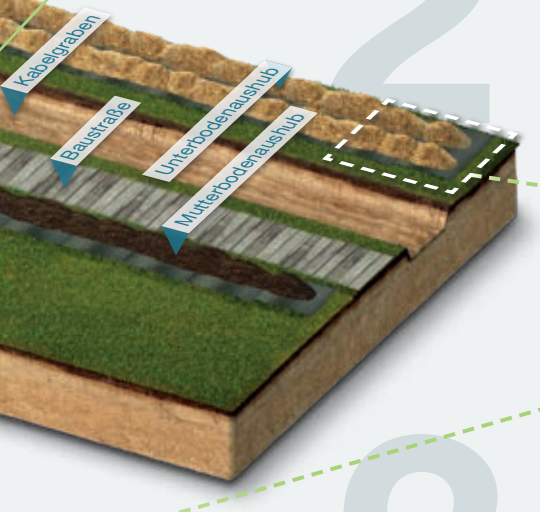


Bodenkundliche Baubegleitung

Kabelaufbau 525-kV DC

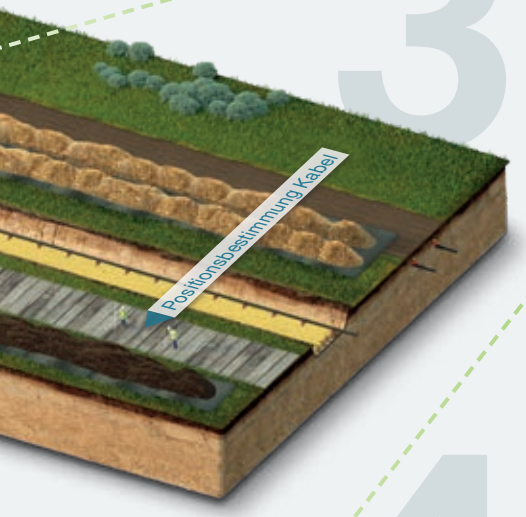
Leiter (Kupfer oder Aluminium)
Innere Leitschicht
Kunststoff-Isolierung
Metallmantel

Äußere Leitschicht
Schirm
Längswasserschutz
Kunststoffmantel



Getrennte Bodenmieten
Während der Kabelverlegung werden mindestens Oberund Unterboden in getrennten Bodenmieten gelagert. Je nach Bodenbeschaffenheit und Qualität kann der Boden auch in weiteren Schichten getrennt gelagert werden. Alle Schichten werden nach der Verlegung wieder schichtkonform eingebracht.

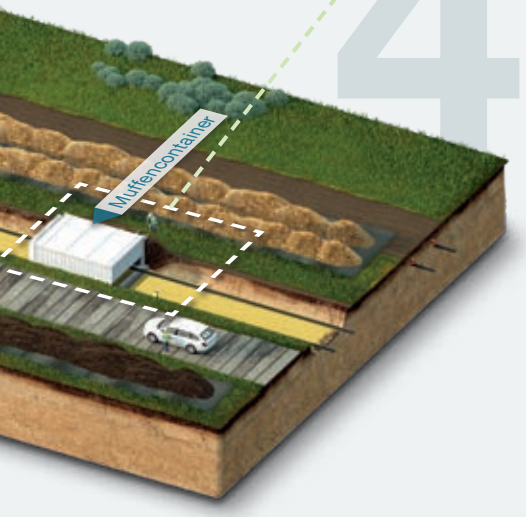
Kabeleinzug
Der Kabeleinzug erfolgt direkt von der Kabeltrommel, die mit Spezialtransportern an die Baustelle gebracht wird. Über kleine Rollenböcke wird das Kabel vorsichtig per Seilwinde in den Kabelgraben gezogen und danach von den Rollenböcken in die vorbereitete Bettung gelegt.



Kabellänge
Aufgrund des hohen Gewichts werden auf den Kabeltrommeln Erdkabel in der Länge von gut einem Kilometer an die Baustelle geliefert.

Die Kabelverbindung: Muffen
Die Kabelenden werden innerhalb eines temporären Muffencontainers Schicht für Schicht aufwendig miteinander verbunden.

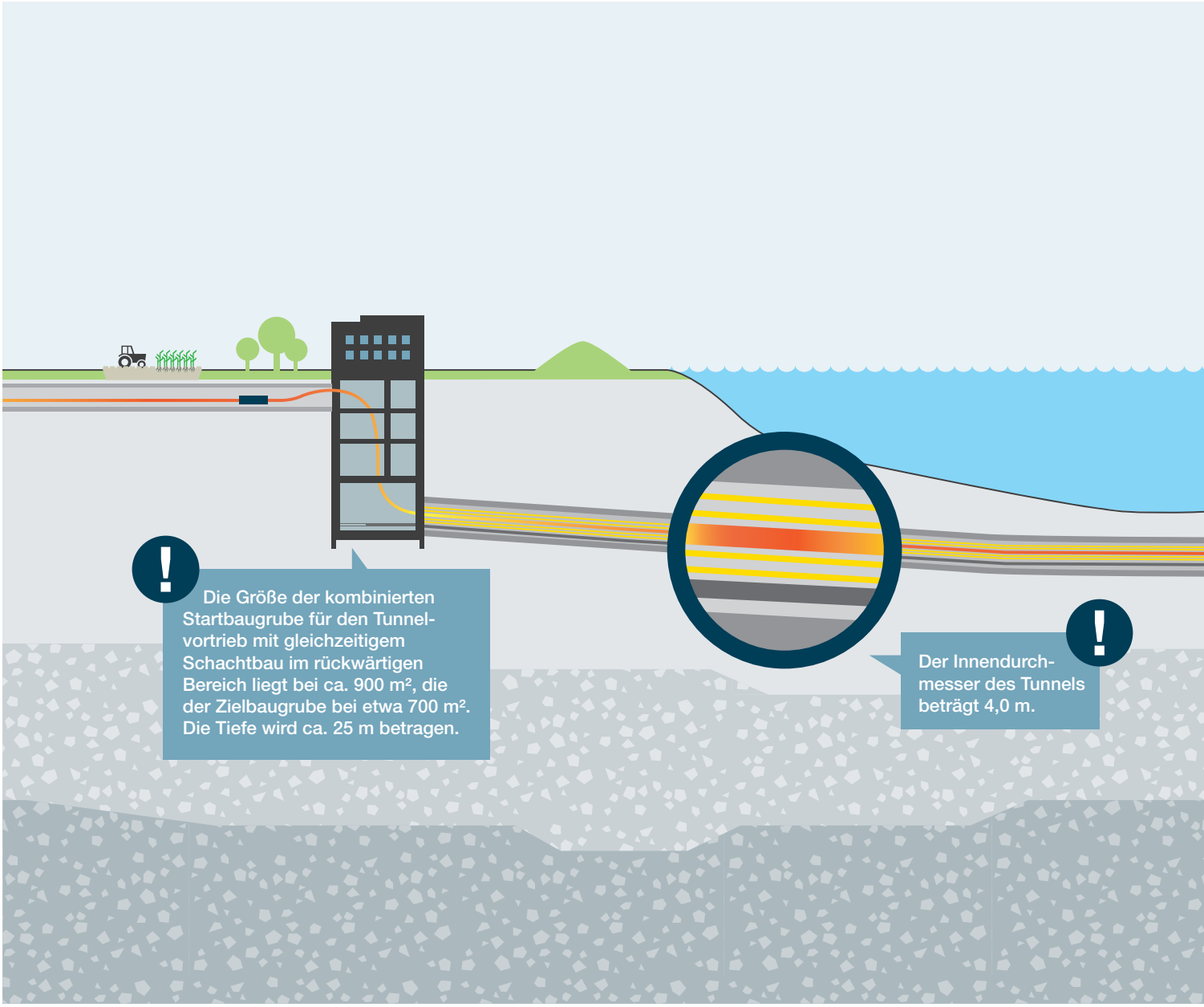
Prüfung
Die fertigen Muffen und Kabel werden vor der Rückverfüllung des Kabelgrabens umfassend geprüft.

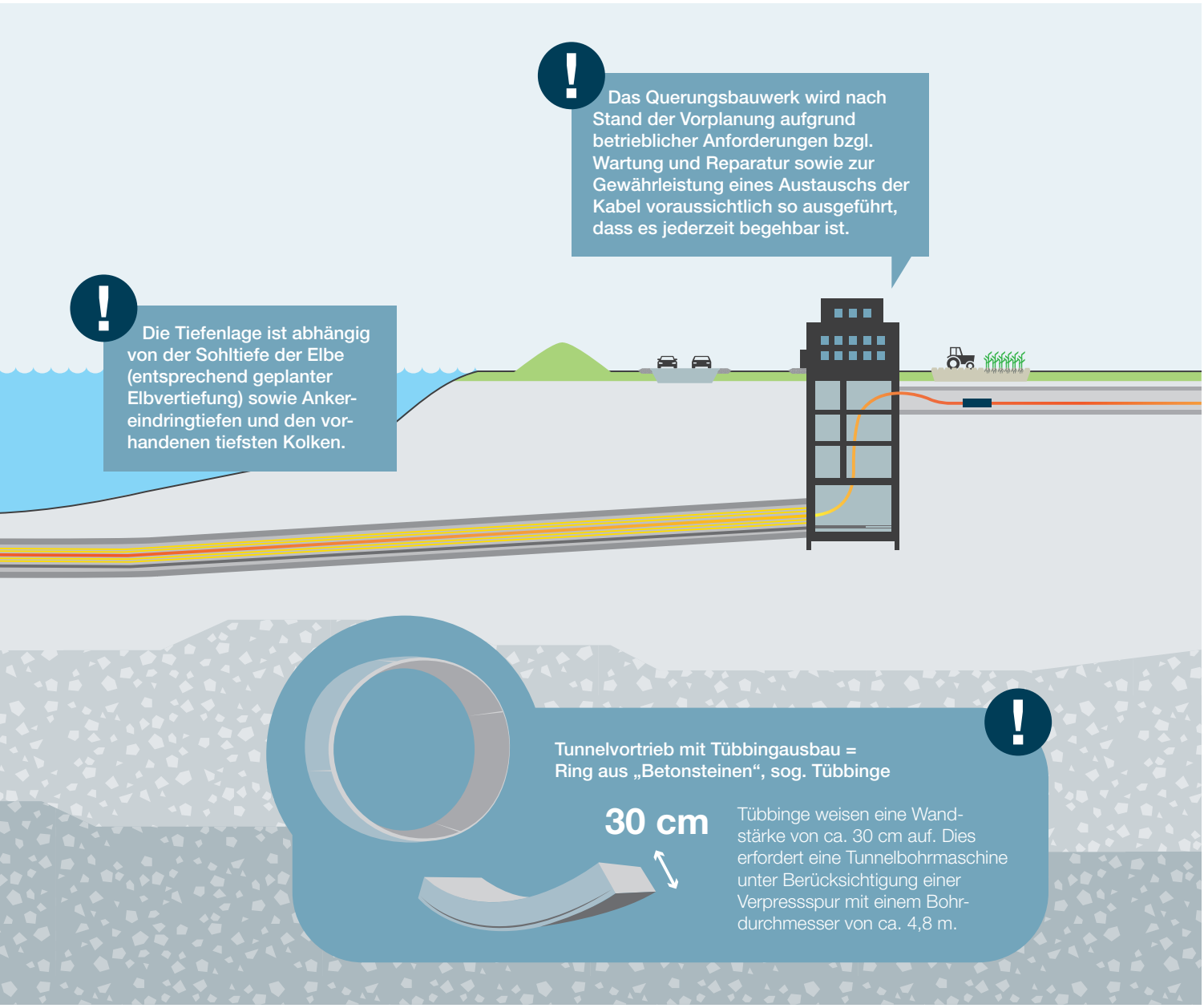


Sonderfall Elbquerung

Auf dem Weg von Nord nach Süd muss SuedLink zahlreiche Hindernisse passieren. Nicht überall können diese mittels offener oder geschlossener Bauweise überwunden werden. Im Norden der Bundesrepublik ist für die Querung der Elbe ein Tunnelbauwerk notwendig.

Um die Elbe zu queren, ist die Errichtung eines Tunnelbauwerks erforderlich. TenneT plant einen Tunnel mit sogenanntem Tübbingausbau. Bei der Tübbingbauweise wird der Tunnel unmittelbar im Anschluss an eine Bohrung mit Stahlbetonsegmenten – sogenannten Tübbingen – ringförmig ausgebaut. Der Tunnel hat voraussichtlich einen Innendurchmesser von etwa 4 Metern und wird zu Wartungs- und Reparaturzwecken jederzeit begehbar sein. Auf beiden Seiten der Elbe werden Betriebsgebäude oberhalb des Schachtes errichtet.

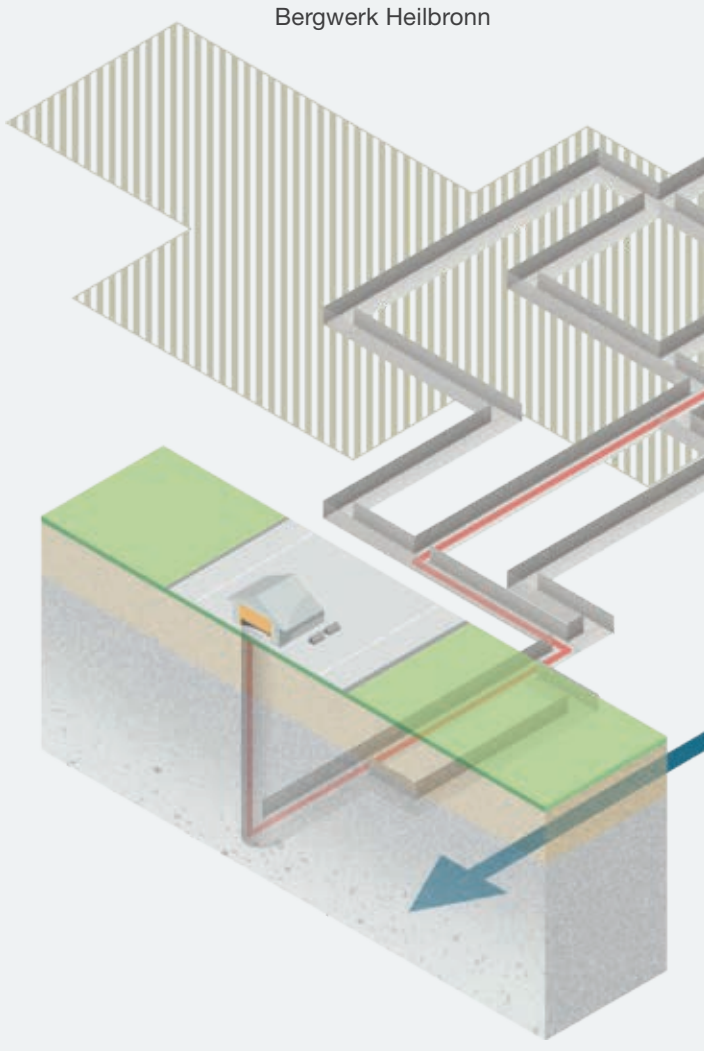



Das Querungsbauwerk wird nach Stand der Vorplanung aufgrund betrieblicher Anforderungen bzgl. Wartung und Reparatur sowie zur Gewährleistung eines Austauschs der Kabel voraussichtlich so ausgeführt, dass es jederzeit begehbar ist.
Die Tiefenlage ist abhängig von der Sohltiefe der Elbe (entsprechend geplanter Elbvertiefung) sowie Ankereindringtiefen und den vorhandenen tiefsten Kolken.
Tunnelvortrieb mit Tübbingausbau = Ring aus „Betonsteinen“, sog. Tübbinge
30 cm
Tübbinge weisen eine Wandstärke von ca. 30 cm auf. Dies erfordert eine Tunnelbohrmaschine unter Berücksichtigung einer Verpressspur mit einem Bohrdurchmesser von ca. 4,8 m.

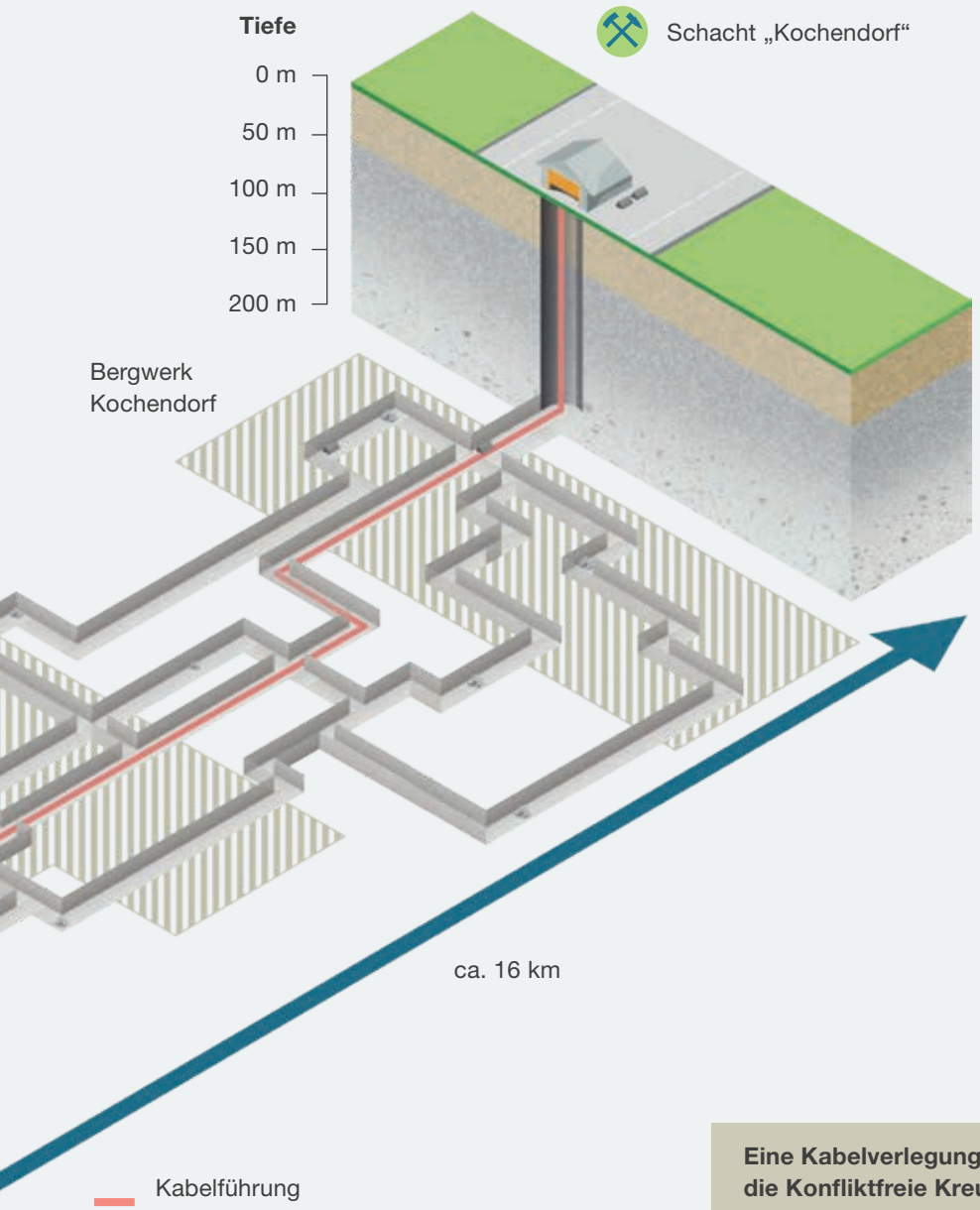
Sonderfall Salzbergwerksvariante

Im Süden kann der bautechnisch schwierige Raum Heilbronn durch eine Kabelverlegung unter Tage raum- und umweltschonend passiert werden.

Im Raum Heilbronn erschweren eine dichte Besiedlung, die Querung des Neckars und zahlreiche Infrastrukturen wie Autobahnen oder Bahnstrecken die Verlegung von Erdkabeln. Eine Kabelführung unter Tage könnte die Auswirkungen auf Mensch und Natur deutlich minimieren. Daher prüft TransnetBW die Verlegung in den Bergwerken der Südwestdeutschen Salzwerke AG. In Bad Friedrichshall (Stadtteil Kochendorf) und direkt neben dem Netzverknüpfungspunkt in Großgartach müsste hierfür je ein zusätzlicher Schacht angelegt werden, um das Kabel unter Tage zu führen. Innerhalb des Bergwerks sollen die Kabel dann in einem gefrästen Graben verlegt werden. Alternativ können die Kabel auch in einen durch Betonstützelemente abgetrennten Bereich geführt werden. In beiden Fällen wird das Kabel gebettet und mit Steinsalzbruch überschüttet. Auch eine Verlegung mittels Bohrung ist unter Tage möglich.



Salzbergvariante Heilbronn



Geologie:

— Keuper

— Muschelkalk
(Steinsalzvorkommen
ab ca. 200 m)

Kabelführung
(derzeitige Vorzugsvariante)

Schacht „Großgartach“

Eine Kabelverlegung im Salzbergwerk ermöglicht die Konfliktfreie Kreuzung von:

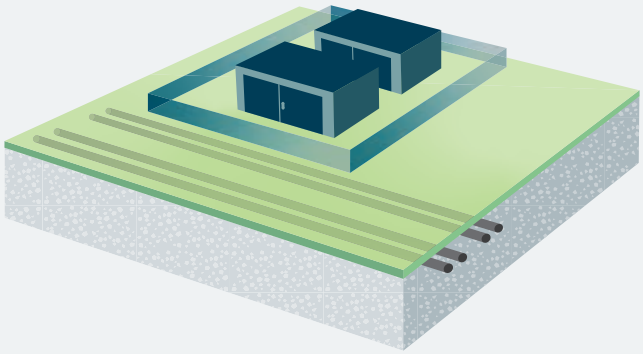
» Autobahn A6, Bundesstraßen B27 und B39
» Neckartalbahn
» Audi-Werkbahn
» Neckar und Neckarkanal
» Lein
» sowie diversen Siedlungs- und Gewerbegebieten

Sicherer und verlässlicher Betrieb

An den Netzverknüpfungspunkten wandeln die SuedLink-Konverter nicht nur Gleichstrom in Wechselstrom um – und umgekehrt. Sie können darüber hinaus Eigenschaften großer Kraftwerke, sogenannte Systemdienstleistungen, nachbilden. Dadurch tragen die Konverter zur Stabilisierung des Wechselstromnetzes bei. Um nach der Bauphase eine größtmögliche Betriebssicherheit zu gewährleisten und damit Ausfallzeiten möglichst kurz zu halten, sind an einigen Stellen entlang des Kabelverlaufs weitere oberirdische Bauten vorgesehen.

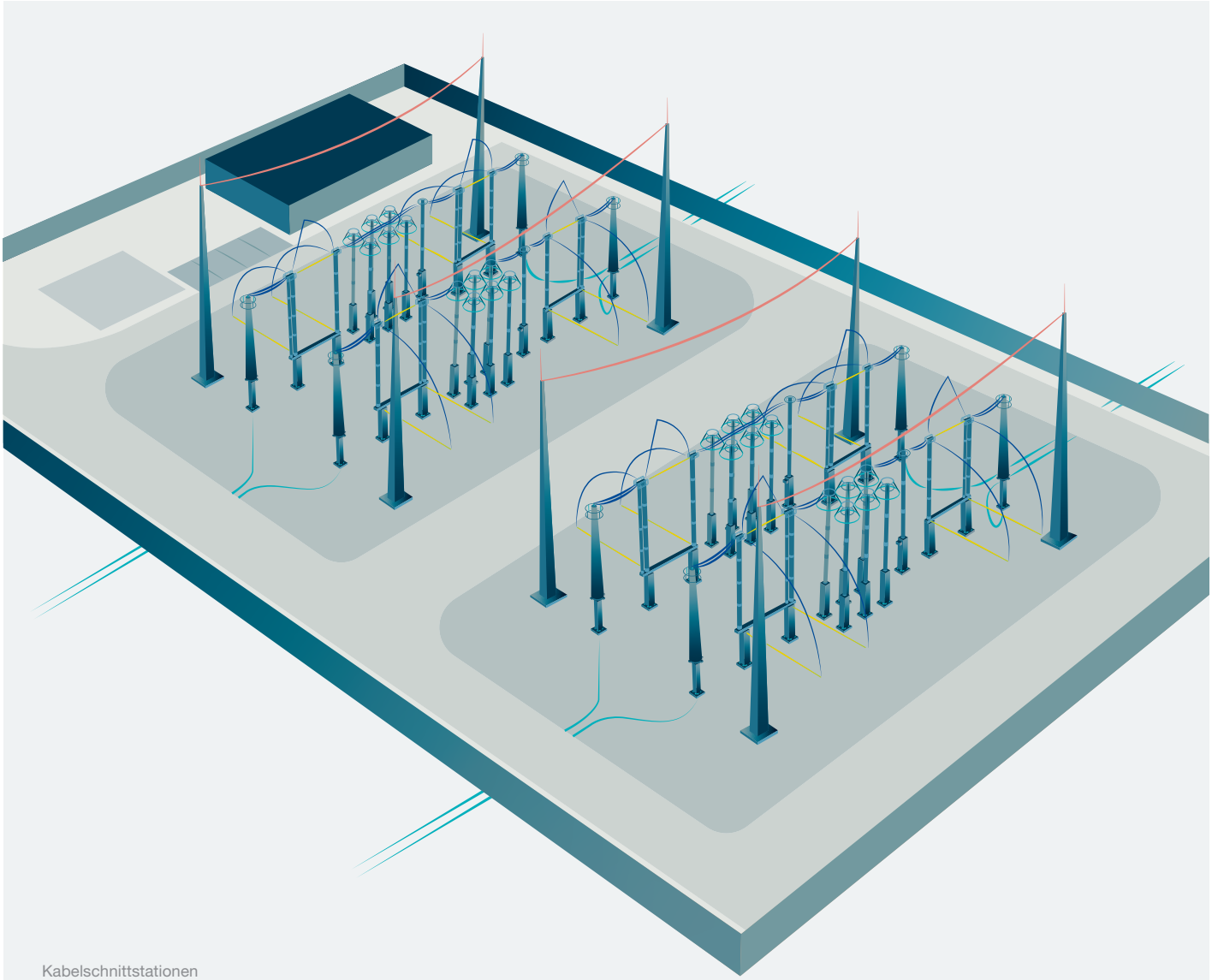
Zu den oberirdischen Bauten gehören Lichtwellenleiter-Zwischenstationen (Repeaterstationen) und Linkboxen. Mit den Erdkabeln werden Lichtwellenleiter (Glasfaserkabel) zur Kommunikation zwischen den Netzverknüpfungspunkten und Konvertern verlegt. Für die Sicherstellung der Kommunikation sind max. alle 100 km entlang des Kabelverlaufs Lichtwellenleiter-Zwischenstationen erforderlich. Sie dienen der Überwachung des Kabels (z. B. Temperaturmessung) und der schnellen Fehlerortung. In der Regel werden sie in der Nähe der Kabeltrasse in wenig sensiblen Bereichen aufgestellt. Der Flächenbedarf beträgt einschließlich Sicherheitszone jeweils ca. 500 m².

Zur weiteren Beschleunigung der Fehlerortung und zur Durchführung von Wartungsmessungen werden zudem die Schirme des Erdkabels im Abstand von einigen Kilometern in eine Linkbox geführt und geerdet. TransnetBW und TenneT streben an, die Linkboxen in der Nähe von Straßen und Wegen zu platzieren.



Lichtwellenleiter-Zwischenstationen
Stammstrecke

Linkbox



Kabelschnittstationen

Zur Minimierung möglicher Ausfallzeiten sind zudem Kabelabschnittsstationen (KAS) notwendig. Sie dienen der Unterteilung der Kabel in Segmente. Innerhalb der KAS werden die Kabel aus der Erde geführt und zugänglich gemacht. Aus technischen Gründen darf der Abstand zwischen zwei KAS bzw. zum Konverter nicht zu groß werden.

Deshalb wird ca. alle 135 km eine KAS errichtet. Insgesamt sind vier KAS für Vorhaben Nr. 3 sowie drei KAS für Vorhaben Nr. 4 vorgesehen. Mit Hilfe dieser Anlagen wird der verlässliche und sichere Betrieb von SuedLink gewährleistet – ein wichtiger Beitrag zur Stabilität der Stromversorgung in Deutschland.

TenneT TSO GmbH
Bernecker Straße 70
95448 Bayreuth

+49 (0)921 507400
info@tennet.eu
www.tennet.eu

+49 (0)921 507405000
suedlink@tennet.eu
suedlink.tennet.eu

TransnetBW GmbH
Pariser Platz
Osloer Straße 15–17
70173 Stuttgart

+49 (0)711 218580
info@transnetbw.de
www.transnetbw.de

+49 (0)800 3804701
suedlink@transnetbw.de
transnetbw.de/suedlink

Verantwortlicher gemäß Pressegesetz: Martin Groll
und Annett Urbaczka

Bildnachweis: Alle Fotos von TenneT TSO GmbH
und TransnetBW GmbH

TenneT ist bei SuedLink für den nördlichen Trassenabschnitt und die Konverter in Schleswig-Holstein und Bayern zuständig. In den Zuständigkeitsbereich von TransnetBW fallen der südliche Trassenabschnitt und der Konverter in Baden-Württemberg. Mehr unter **suedlink.tennet.eu** und **transnetbw.de/suedlink.**