

Abb. 1 – Die Kabel werden mit einem Spezialtransport auf Kabelrollen angeliefert und in den offenen Gräben gelegt. Anschließend wird auf den Rohren ein Geotextil aufgebracht. Danach werden die Gräben mit Sand (ungefähr 3 m³ pro Meter Kabelgraben) wieder aufgefüllt.



Abbildungen: TenneT

Pilotprojekt zur Erdverkabelung eines 380-kV-Netzes in den Niederlanden

Die Verlegung von 380-kV-Erdkabeln ist die Ausnahme und wird für spezielle Strecken von kurzer Länge – beispielsweise in dicht bevölkerten Gebieten oder in Naturschutzgebieten – bislang noch in Form von Pilotprojekten realisiert. Im Randstad, einem Ballungsgebiet im Westen der Niederlande, sammelt der Stromnetzbetreiber TenneT inzwischen Erfahrungen mit innovativer Kabeltechnologie. Rund elf Leitungskilometer wurden hierfür erdverlegt verbaut. Es handelt sich dabei um Zwischenstücke einer Gesamttrasse von über 80 Kilometern Länge, die von Wateringen über Zoetermeer nach Beverwijk verläuft.

Das Übertragungsnetz ist für den überregionalen Transport von Energie verantwortlich und bildet damit die Brücke zwischen Stromerzeugern und Stromverbrauchern. Das deutsche Übertragungsnetz besteht aus vier Regionen, sogenannten Regelzonen, und ist mehr als 35.000 km lang. Es sichert die Energieversorgung der rund 80 Mio. Einwohner Deutschlands. Außerdem verbindet das Übertragungsnetz das deutsche Stromnetz mithilfe von grenzüberschreitenden Stromleitungen mit den Stromnetzen unserer Nachbarländer, unter anderem mit den Niederlanden. Die zugehörigen Transportleitungen haben eine Spannung von 220 bzw. 380 Kilovolt (kV).

Verantwortlich für die überregionale Versorgung und Übertragung im Höchstspannungsbereich sind in Deutschland vier Übertragungsnetzbetreiber, darunter TenneT, dessen Versorgungsgebiet von der Grenze nach Dänemark bis zu den Alpen reicht.

TenneT betreibt darüber hinaus auch das Hoch- und Höchstspannungsnetz in den Niederlanden und ist damit der erste grenzüberschreitende Übertragungsnetzbetreiber für Strom in Europa. Sein Netz umfasst rund 21.000 km an Hoch- und Höchstspannungsleitungen und versorgt indirekt 36 Mio. Endverbraucher in den Niederlanden und in Deutschland.

380-kV-Erdkabel: Europaweit die Ausnahme

Höchstspannungsleitungen werden in Europa ganz überwiegend als Freileitungen realisiert: Das europäische Höchstspannungsnetz hat eine Länge von ca. 110.000 km, davon sind nur rund 100 km, vor allem im Bereich von Großstädten, erdverkabelt. Es fehlen also ausreichende Erfahrungen, wie sich Erdkabelabschnitte im Zusammenspiel mit Freileitungen im vermaschten Netz verhalten.

Es fehlen Erfahrungen, wie sich Erdkabelabschnitte im « Zusammenspiel mit Freileitungen im vermaschten Netz verhalten.



Abb. 2 – Unter Gebäudezeilen, Autobahnen und Bahnstrecken werden die Kabel mithilfe einer gesteuerten Bohrung verlegt.



Abb. 3 – An den sogenannten „Muffenstellen“ werden die einzelnen Abschnitte des Hochspannungskabels im Feld mit einer Kabelmuffe verbunden. Bei der Kabelverlegung wird nicht mit Endloskabeln gearbeitet. Die Länge eines Abschnitts eines 150-kV-Kabels beträgt ungefähr 1.400 m, bei 380 kV sind es nur ca. 1.000 m. Das liegt am Gewicht des Kabels. Für lange Verbindungen sind also Kabelmuffen erforderlich.

Der Einsatz von 380-kV-Erdkabeln in Deutschland ist an rechtliche Rahmenbedingungen gebunden. Um Erfahrungen bezüglich der technischen Machbarkeit und Zuverlässigkeit von Teilerdverkabelungen von 380-kV-Leitungen zu gewinnen und den Einsatz ausgiebig zu prüfen, gestattet der Gesetzgeber den Einsatz von Erdkabeln im Höchstspannungsbereich nur auf Teilabschnitten von vier Pilotprojekten in Deutschland, die im Energieleitungsbaugesetz festgelegt sind. Dabei handelt es sich um die Netzausbauprojekte:

- Ganderkesee (Niedersachsen) – St. Hülfe (Niedersachsen)
- Altenfeld (Thüringen) – Redwitz (Bayern)
- Diele (Niedersachsen) – Niederrhein (Nordrhein-Westfalen)
- Wahle (Niedersachsen) – Mecklar (Hessen)

Bei diesen Pilotstrecken können unter bestimmten vom Gesetzgeber festgelegten Voraussetzungen auf Teilabschnitten Erdkabel eingesetzt werden.

TenneT setzt sich für Teilverkabelung ein

TenneT setzt sich dafür ein, dass die Teilverkabelung von Höchstspannungsleitungen in Zukunft zu einer technischen Standardoption wird. Das Unternehmen möchte den Netzausbau beschleunigen. Das wird nur gelingen, wenn die Akzeptanz der Bürgerinnen und Bürger hierfür wächst. Deshalb möchte TenneT die Nutzung von Erdkabeln bei Höchstspannungsleitungen weiterentwickeln, damit sie als technische Standardoption in vielen Leitungsbauprojekten als Ergänzung von Freileitungen in sensiblen Gebieten mitgenutzt werden kann. Dabei steht die Gewährleistung der Versorgungssicherheit im Fokus. Sie ist auch der Grund, weshalb 20 km als maximale Länge für ein Erdkabel festgelegt sind – denn es gibt noch zu wenig Erfahrungen mit der Erdverkabelung von 380-kV-Leitungen. TenneT möchte keine Risiken eingehen, weil die Versorgungssicherheit unter keinen Umständen gefährdet werden darf.

Um die Auswirkungen von Teilerdverkabelung auf das vermaschte Netz und damit auf die Versorgungssicherheit zu untersuchen, hat TenneT ein Evaluierungsprogramm für Teilverkabelung gestartet, das durch unabhängige Wissenschaftler begleitet wird. Dabei werden neben den deutschen Pilotstrecken auch die in den Niederlanden gebaute Teilverkabelung im Randstad-Projekt untersucht. So werden erste Ergebnisse der Evaluation, die die Universität Delft zur Teilverkabelung im niederländischen Randstad-Projekt vornimmt, voraussichtlich 2016 vorliegen.

Das Randstad-Projekt

Während in Deutschland die Erdkabel-Pilotstrecken noch Genehmigungsverfahren durchlaufen, hat TenneT in den Niederlanden bereits einen Erdkabelabschnitt realisiert: Beim Projekt „Randstad 380 kV“ im Westen der Niederlande hat TenneT als erstes Unternehmen in Europa ein knapp elf km langes 380-kV-Kabel erfolgreich unterirdisch verlegt und spielt damit eine Vorreiterrolle auf dem Gebiet der Erdverkabelung von 380-kV-Leitungen.

Beim Neubau der Leitung wird TenneT in den nächsten Jahren etwa 20 km unterirdisch verlegen, und zwar auf kleinere Strecken in der gesamten Trasse von 80 km verteilt. Die ersten knapp elf km im Südring von Randstad sind im Herbst 2013 fertiggestellt worden. Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf diesen Teilerdverkabelungsabschnitt im Südring des Randstad-Projekts in den Niederlanden.

Vorbereitungen für die Bauphase

Bevor die unterirdischen Leitungen verlegt werden konnten, wurde untersucht, ob sich im Boden archäologische Funde verbergen. Deshalb begann der Prozess der unterirdischen Verle-

gung mit einer archäologischen Untersuchung. Das geschah an Stellen, bei denen die Wahrscheinlichkeit eines Fundes groß ist. In der vorbereitenden Phase wurden außerdem die Baustraßen an der Trasse angelegt. Auch die Baumaterialien wurden an der Baustelle gelagert.

Bohrungen: Präzision unter der Erde

Für eineinhalb Kilometer der unterirdischen Trasse wurden computergesteuerte Richtbohrungen durchgeführt. Dies geschah an den Teilen der Trasse, an denen es nicht möglich war, zu graben, weil dort beispielsweise eine Wasserstraße verläuft. Die Bohrungen wurden mit ferngesteuerten Bohrköpfen durchgeführt. Die längste Bohrung war nicht weniger als 540 m lang, die kürzeste immer noch 160 m. Bei der eingesetzten Horizontalbohrtechnik spritzt der Bohrkopf vor sich ein Gemisch aus Wasser und Lehm aus. Diese Flüssigkeit hat drei Funktionen: Sie spritzt Erdreich weg, härtet den Rand, sodass das Bohrloch nicht einbricht, und spült die freigesetzte Erde nach oben. Ein Teil der Flüssigkeit bleibt zurück, um das Erdreich zu festigen. Der Rest wird recycelt und kann sofort wiederverwendet werden.

Auf der Grundlage von Messungen entlang der Trasse wurde entschieden, ob der Bohrpunkt angepasst werden muss. Der Bohrer kann bis in 30 m Tiefe bohren, bei dem Erdkabelabschnitt im Südring betrug die Tiefe maximal 15 m. Nach dem Bohren folgte das Ausräumen und Verbreitern des Bohrloches. Als der Bohrtunnel groß genug war, wurden vier Leerrohre hindurchgezogen; drei davon zur Stromübertragung, das vierte enthält die Telekommunikationsverbindung, die gleichzeitig zur Sicherung der Kabel dient.

Kabel auf Kabelrollen

Die Erdkabel wurden auf großen Kabelrollen mit gut 50 Tonnen Gewicht angeliefert, mit jeweils mehreren hundert Metern Kabel. Mit Stahlkabeln und Winden wurden die Kabel durch den Graben gezogen. Auf der Strecke standen Rollen bereit, auf denen das Kabel problemlos weiterlief.

Nachdem die Kabel eingezogen worden waren, fanden ausführliche Tests statt. Diese wurden an den beiden Anschlussstellen in Delft und Pijnacker und an den dazwischenliegenden Muffenstellen durchgeführt – insgesamt eine Strecke von gut zehn Kilometern. Bei der Prüfung der Kabel wurde die Sicherheit der Mitarbeiter und der Anwohner durch Überwachung und Absperrung der betroffenen Baustellenbereiche gewährleistet. Nachdem die Test erfolgreich verlaufen waren, wurde der Südring als Teil des Projektes Randstad 380 kV im September 2013 erfolgreich in Betrieb genommen. Am Nordring wird derzeit noch gearbeitet. Dieses Projekt wird Mitte 2018 fertiggestellt.

Auf Grundlage der daraus resultierenden Erkenntnisse wird die Entscheidung gefällt, ob Hochspannungsverbindungen nach 2016 häufiger unterirdisch verlegt werden können.

Autoren

Jaap ter Haar
Ursela Schenning-Reulink
TenneT TSO GmbH
Bernecker Straße 70
95448 Bayreuth
Tel.: 0921 50740-0
www.tennet.eu

