



Köster GmbH

BNetzA Technik-Dialog 24.11.2020

Erfahrungen bei der Herstellung erdverlegter Hochspannungsleitungen

Ihr starker Partner vor Ort



20 Standorte



mehr als 2.000 Mitarbeiter
(davon 900 Ingenieure aller Fachdisziplinen)



250 Projekte im Jahr



1,3 Mrd. € Umsatz im Jahr 2019



Beste Bonität
(Bonitätsindex 144)



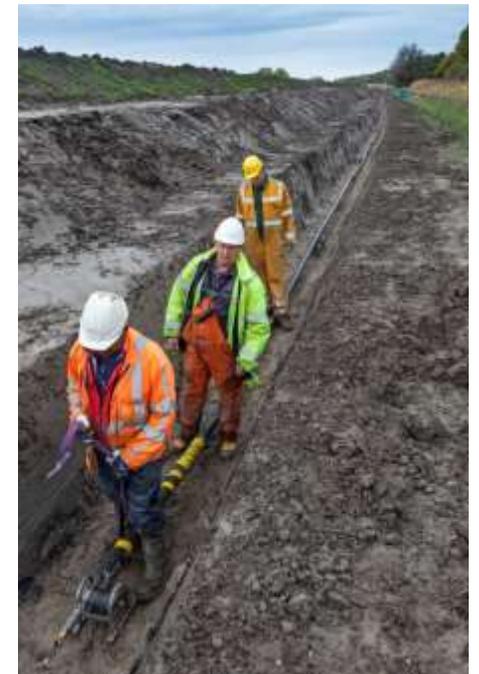
Meilensteine



Erfahrungen bei der Herstellung erdverlegter Hochspannungsleitungen

2012/2013 – Kunde: ABB GmbH

“Tennet - Anlandung Offshoreanbindung Nordergründe”



Erfahrungen bei der Herstellung erdverlegter Hochspannungsleitungen

2014/2015 – Kunde: Amprion GmbH

“Ein Los im Pilotprojekt 380 kV AC-Trasse Raesfeld”



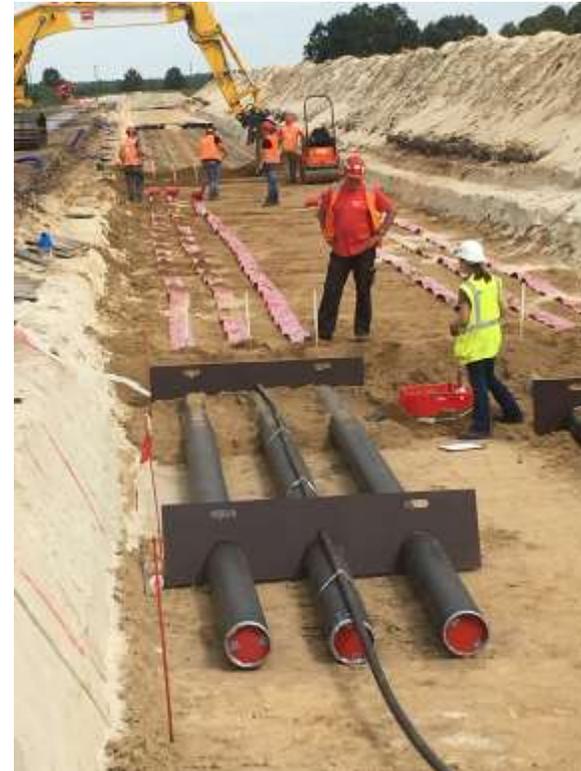
Erfahrungen bei der Herstellung erdverlegter Hochspannungsleitungen

2017/2018 – Kunde: Tennet TSO GmbH
“EPP-Bohrung am UW Conneforde”



Erfahrungen bei der Herstellung erdverlegter Hochspannungsleitungen

2018/2019 – Kunde: Tennet TSO GmbH
“A260 Dörpen-West/Niederrhein”



Erfahrungen bei der Herstellung erdverlegter Hochspannungsleitungen

Herausforderung - Logistik

- Koordination aller Gewerke in Abhängigkeit der Baufreiheiten
- Große Grabenbreite (AC-Projekte) hat Auswirkungen auf Aushubmassen und Größe der Gerätschaften
- Lange Trassenlänge (DC-Projekte) hat Auswirkung auf Gesamtlogistik
- Anforderungen an Toleranzen haben Einfluß auf Verlegedauer
- Viele Kreuzungen von Strassen, Gewässern, Fremdleitungen usw.

Erfahrungen bei der Herstellung erdverlegter Hochspannungsleitungen

Herausforderung - umfangreiche Anforderungen aus dem PFB

- Frühzeitige Festlegung von Verfahren und Arbeitstreifenbreiten
- Einzuhaltende Auflagen/Genehmigungen
- Absprachen/sorgsamer Umgang mit Eigentümern/Pächtern
- Umweltauflagen

Erfahrungen bei der Herstellung erdverlegter Hochspannungsleitungen

Herausforderung Bettungsmaterial – hier Sand (keine Herausforderung)

“Tennet - Anlandung Offshoreanbindung Nordergründe” und
EPP- Bohrung Conneforde

- Verfügbarkeit
i.d.R 0/2 -0/4 mm Sand – regional noch genügend Material vorhanden
- Qualität
definierte, gleichbleibende Qualität
niedrige Wärmeleitfähigkeit im Trockenzustand
keine Suffosionsbeständigkeit
- Verarbeitung
gut zu verarbeiten und zu verdichten

Erfahrungen bei der Herstellung erdverlegter Hochspannungsleitungen

Herausforderung Bettungsmaterial – hier ZFVB (aus vorhandenem Boden)

Amprion – Ein Los im Pilotprojekt 380 kV AC-Trasse Raesfeld”

- Verfügbarkeit
abhängig vom vorhandenen Boden (in unserem Los nahezu 100 Prozent)
- Qualität
Qualität abhängig von vorhandenem Boden und der Rezeptur
hohe Wärmeleitfähigkeit bei 10 Prozent Restfeuchte
Suffosionsbeständigkeit (haben wir keine Kenntnis zu)
- Verarbeitung
einfach bei pragmatischem Ansatz (Beschränkung auf wenige Rezepturen, Fertigung Insitu am Graben)



Erfahrungen bei der Herstellung erdverlegter Hochspannungsleitungen

Herausforderung Bettungsmaterial – hier DuoFill (sieblinienoptimiertes Bettungsmaterial)

TenneT – Projekt A260 Dörpen/West - Niederrhein

Verfügbarkeit

Originalmaterial aus den Niederlanden über einen Lizenznehmer in
Deutschland zu erhalten

- Qualität

definierte, gleichbleibende Qualität

hohe Wärmeleitfähigkeit, bei geringem Wassergehalt noch 0,5
W/mK

Suffosionsbeständigkeit (haben wie keine Kenntnis zu)

- Verarbeitung

Logistik/Bevorratung ist eine Herausforderung

Verarbeitung abhängig vom Feuchtegrad, sehr witterungsempfindlich

Erfahrungen bei der Herstellung erdverlegter Hochspannungsleitungen

Rahmenpapier der BNA “Bodenschutz beim Stromnetzausbau (Juni 2019)”

4.3 Vermeidungsmaßnahmen (Auszug aus Seite 14)

“Als Bettungsmaterial soll soweit möglich geeignetes vorhandenes Material des Bodenaushubs verwendet werden. Böden mit Steinbesatz sind grundsätzlich nicht geeignet. Die Zufuhr fremden Bodenmaterial soll möglichst gering gehalten werden.”

Erfahrungen bei der Herstellung erdverlegter Hochspannungsleitungen

Umwelt- und Ressourcenschutz gewinnt zunehmend an Bedeutung.

Die Herstellung von Bettungsmaterial aus ZFVB oder SOBM aus vorhandenem Boden ist sinnvoll und grundsätzlich möglich.

Vorteile sind geringere Belastung in Bezug auf Ressourcenverbrauch, Verkehr und somit Lärm und CO²-Ausstoß

Die Verwendung vorhandenen Bodenmaterials als Bettungsmaterial birgt aber auch Herausforderungen und Risiken

Erfahrungen bei der Herstellung erdverlegter Hochspannungsleitungen

Risiken bei Verwendung vorhandenen Bodenmaterials als
Bettung

- Verfügbarkeit/Quantität des zu verwendenden Materials
- Qualität des Bettungsmaterials
- Verarbeitbarkeit des Bodenmaterials
- Logistik innerhalb Linienbaustellen

Erfahrungen bei der Herstellung erdverlegter Hochspannungsleitungen

Sinnvoll

Projektbezogene Vorgabe der Leistungsbeschreibung
einzuhaltende Parameter in Bezug auf:

- Wärmeleitfähigkeit,
- Proctordichte,
- Sieblinie,
- Chemische Beständigkeit,
- Umweltunbedenklichkeit,
- Suffosionsbeständigkeit,
- ggf. andere

Erfahrungen bei der Herstellung erdverlegter Hochspannungsleitungen

Sinnvoll

dazu projektbezogenes Baugrundgutachten mit einer Aussage zur möglichen Wiederverwendung des vorgefundenen Bodenmaterials als Bettungsmaterial in Bezug auf Qualität und Quantität sowie Vorgaben eventuell erforderlicher Aufbereitungsverfahren

Eine Eigen- und eine Fremdüberwachung zur Qualitätssicherung in Bezug auf die einzuhaltenden Kriterien.



Erfahrungen bei der Herstellung erdverlegter Hochspannungsleitungen

Sinnvoll

Eine Überprüfung und Ausarbeitung der Möglichkeiten während der Planungsphase. Bei Ausschreibung sollte die Vorgehensweise definiert sein.

Wir sind gerne bereit in der Entwicklungsphase zu unterstützen.

Erfahrungen bei der Herstellung erdverlegter Hochspannungsleitungen

Gemeinsam mit ABC Wiesbaden haben wir ein “Additiv-K” getestet um Bettungsmaterial aus vorhandenem Boden herzustellen. Wir gehen davon aus, dass es möglich ist mit nur wenigen Rezepturen einen großen Anteil an Trassenbereichen aus vorhandenem Boden mit schweren Lösboden und/oder Sandanteilen für die Herstellung von wärmeleitfähigem, suffosionsbeständigem Bettungsmaterial herstellen zu können. Die bisher durchgeführten Laborversuche bei der TH Darmstadt und der THW Dresden haben durchweg positive Ergebnisse gebracht.

Erfahrungen bei der Herstellung erdverlegter Hochspannungsleitungen

Ergebnisse Laboruntersuchungen TH Darmstadt – Prof. Sass

3. Untersuchungsergebnisse

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in Tabelle 1 dargestellt. Die angegebenen Messwerte für die Wärmeleitfähigkeit setzen sich als Mittelwert aus mindestens 10 Einzelmessungen zusammen. Da die Wärmeleitfähigkeit von Lockergesteinen stark von der Trockendichte und dem Wassergehalt der Prüfkörper abhängt, sind für jede Messung zusätzlich zu den ermittelten Wärmeleitfähigkeiten ebenfalls die entsprechenden Werte der Trockendichte und des Wassergehalts angegeben.

Tabelle 1: Untersuchungsergebnisse der Bodenproben.

Probenbezeichnung	Trockendichte in g cm^{-3}	Wassergehalt in Gew.-%	Wärmeleitfähigkeit in $\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$
TFG R1	1,81	18,0	2,36
	1,87	0,7	1,02
TFG R2	1,87	15,2	2,75
	1,96	0,9	1,12
TFG R3	1,87	16,1	2,56
	1,93	0,5	1,02
TFG R4	1,92	14,8	2,64
	1,95	3,3	1,26
TFG R5	1,98	12,7	3,12
	2,03	0,2	0,98

12.02.2019

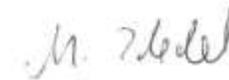
2

4. Bewertung der Ergebnisse

Die Einflüsse von Trockendichte und Wassergehalt auf die ermittelten Wärmeleitfähigkeiten ist in den Messergebnissen deutlich erkennbar. Die Proben mit höherer Trockendichte zeigen tendenziell auch eine höhere Wärmeleitfähigkeit. Wie bei tonig/lehmigen Bodenproben zu erwarten war, sind die Prüfkörper bei der Trocknung geschrumpft, was zu einer leichten Erhöhung der Trockendichte geführt hat. Da Luft mit ca. $0,026 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ gegenüber Wasser mit ca. $0,6 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ eine deutlich geringere Wärmeleitfähigkeit aufweist, ist die mit abnehmendem Wassergehalt abnehmende Wärmeleitfähigkeit zu erklären.



Prof. Dr. Ingo Sass
Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Geothermie
Beratender Ingenieur, IngKH und IngKBW



M.Sc. Markus Schedel

Erfahrungen bei der Herstellung erdverlegter Hochspannungsleitungen



Erfahrungen bei der Herstellung erdverlegter Hochspannungsleitungen

Vortrag Prof. Rogler BNetzA
Technikdialog Oktober 2019

Zusammenfassung Ergebnis
Langzeituntersuchung

2 Eigene Erdbodenuntersuchungen

Boden	Wärmeleitfähigkeit feucht (W/mK)	Wärmeleitfähigkeit trocken (W/mK)	Grenzoberflächentemperatur (K)	Wärmeübergangskoeffizient (W/m ² K)
VDE-Sand	1,00	0,40	15,0	
Sandiger Boden	1,92	0,98	12,0	100
Flüssigboden (Loßlehm) mit thermisch stabilisiertem Bentonit	1,33			318
Flüssigboden (Rotlagenlehm) mit Bentonit	2,61			159
Flüssigboden (Rotlagenlehm) mit thermisch stabilisiertem Bentonit	2,30			318
Flüssigboden (Mergel) mit thermisch stabilisiertem Bentonit	1,57			
Flüssigboden (Sand) mit thermisch stabilisiertem Bentonit	2,02			318
DuoFill	2,62			80
Sandmischung (HeidelbergCement)	2,41	1,04	29,2	202
Mbau Granodiorit	1,53	0,70	35,4	168
Mbau Quarzdiorit	2,34			265
Köster-ThermBet	3,58			245

4 Zusammenfassung & Ausblick

Ziel der Untersuchung war es, das gelieferte Bettungsmaterial der Firma Köster auf ihre thermischen Eigenschaften und Erosionsbeständigkeit hin zu untersuchen. Diese Untersuchungen fanden an der HTW Dresden im Zeitraum vom Mai bis August 2019 statt und brachten folgende Erkenntnisse:

Ergebnis des Materials Köster-ThermBet:

- Die Wärmeleitfähigkeit feucht ist 3,58 W/(m K).
- Der Wärmeübergangskoeffizient ist 245 W/(m² K).
- Das Material zeigte keine Austrocknung.
- Das Material kann als erosionsbeständig angesehen werden.



Erfahrungen bei der Herstellung erdverlegter Hochspannungsleitungen

Haben Sie noch Fragen?



Erfahrungen bei der Herstellung erdverlegter Hochspannungsleitungen

Sehr geehrte Damen und Herren,

welche der 4 u.s. Aussagen steht im Rahmenpapier „Bodenschutz beim Stromnetzausbau“:

1. Als Bettungsmaterial soll soweit möglich thermisch leitendes Bodenmaterial verwendet werden.
2. Als Bettungsmaterial soll soweit möglich geeignetes, vorhandenes Material des Bodenaushubs verwendet werden.
3. Als Bettungsmaterial soll soweit möglich Suffosionsbeständiges Bettungsmaterial verwendet werden.
4. Als Bettungsmaterial soll soweit möglich geeignetes Sieblinienoptimiertes Bettungsmaterial verwendet werden.

Viel Glück,

Jürgen Höchst



Erfahrungen bei der Herstellung erdverlegter Hochspannungsleitungen

**Herzlichen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit –
bleiben Sie gesund...**