

# Erfahrungen mit HGÜ-Erdkabeln

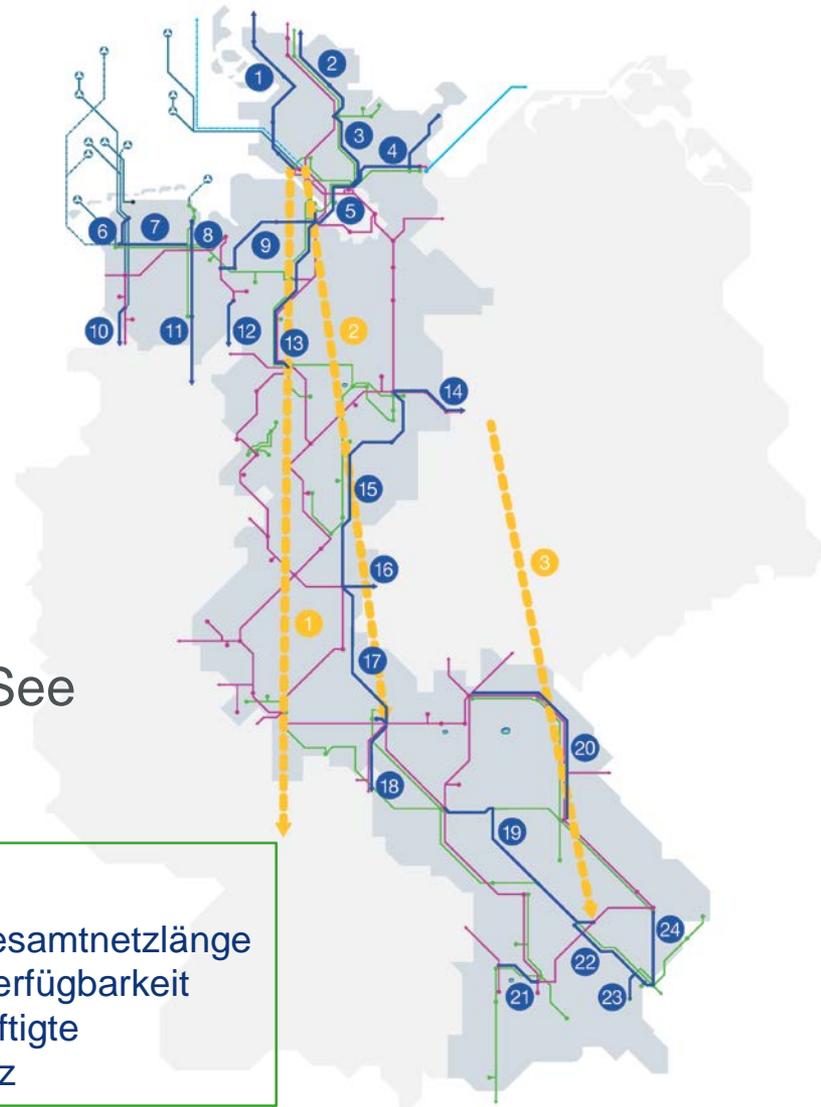
Erfahrungsaustausch ÜNB - KSV

27.09.2016

Mario Meinecke

## Das Unternehmen TenneT

- Versorgung von rund 41 Mio. Endverbrauchern mit Strom
- Betrieb, Instandhaltung und Weiterentwicklung des Höchstspannungsnetzes in Teilen Deutschlands und in den Niederlanden
- Gesetzlicher Auftrag zum Netzausbau und sicheren Betrieb an Land und auf See
- **Anschluss der Offshore-Windparks in der Nordsee**



### TenneT

- **ca. 22.000 km** Gesamtnetzlänge
- **99,9975 %** Netzverfügbarkeit
- **ca. 3.000** Beschäftigte
- **3,3 Mrd. €** Umsatz

# Netzanbindungen Offshore



Projekt	Kapazität (MW)	Inbetriebnahme
<b>In Betrieb</b>		
alpha ventus	62	2009
BorWin1	400	2010
BorWin2	800	2015
DoWin1	800	2015
HelWin1	576	2015
HelWin2	690	2015
Riffgat	113	2014
SylWin1	864	2015
<b>In Bau / beauftragt</b>		
BorWin3	900	2019
DoWin2	916	2016
DoWin3	900	2018
Nordergründe	111	2016
<b>Σ gebaut / beauftragt</b>	<b>7.132</b>	
Bis 2025 zu errichten		
DoWin6 sowie 2-3 weitere Gleichstrom-Verbindungen	900 1.800-2.700	
Stand Juli 2016		



# Offshore-Anbindungen und als HGÜ-Erdkabel



TenneT hat bereits über 1.000 km HGÜ-Kabel an Land verlegt

Projekt	Gesamtlänge Verbindung	Spannungsebene
BorWin1	200 km (75 km Landkabel, 125 km Seekabel), Diele	150 kV
BorWin2	200 km (75 km Landkabel, 125 km Seekabel), Diele	320 kV
BorWin3	160 km (30 km Landkabel, 130 km Seekabel), Emden/Ost	320 kV
DolWin1	165 km (90 km Landkabel, 75 km Seekabel), Dörpen/West	320 kV
DolWin2	135 km (90 km Landkabel, 45 km Seekabel), Dörpen/West	320 kV
DolWin3	160 km (80 km Landkabel, 80 km Seekabel), Dörpen/West	320 kV
HelWin1	130 km (45 km Landkabel, 85 km Seekabel), Büttel	320 kV
HelWin2	130 km (45 km Landkabel, 85 km Seekabel), Büttel	320 kV
SylWin1	205 km (45 km Landkabel, 160 km Seekabel), Büttel	320 kV

Jede Gesamtverbindung besteht aus zwei einzelnen Kabeln: Einem positiven und einem negativen Pol.

# HGÜ-Landkabelinstallation am Beispiel von BorWin3

# Trassenvorbereitung



# Herstellung Grabenprofil



Überdeckung  
von 1,30 m

# Kreuzungen



**Horizontal (HDD)-Bohrungen  
von mehreren 100 Metern  
möglich**



**Bohrungen mit einer  
Länge von 30 bis 40 %  
der Gesamtstrecke**



# Kabelverlegung in offener Bauweise



Sektions-  
längen  
von bis zu  
1.200 m





**Gewicht der Kabel-  
trommel begrenzt  
die Länge der  
Kabelsektionen**

# Muffen



**Alle 1.000-1.200 m ein  
Muffen-Paar erforderlich**

# Rückverfüllung/Rekultivierung



# Betriebsphase (1)



**Land- und Viehwirtschaft  
ist nach Ende der  
Bauphase wieder möglich  
Keine tiefwurzelnden  
Gehölze erlaubt (Wald)**



# Betriebsphase (2)

Kabeltrassen von HelWin1, HelWin2 und SylWin1  
(insg. ca. 2,1 GW) im Winter 2015/16 in Schleswig-Holstein



# Unterschiede zu den HGÜ-Großprojekten an Land



## Offshore-Anbindungen:

- max. 900 MW Kapazität
- 150/320 kV Spannung
- 2 Kabel (Plus- und Minuspol)
  
- ca. 15-20 m temporäre Flächeninanspruchnahme in der Bauphase
- 7 m Kabelgraben incl. Schutzstreifen
- je 1 Konverter on- und offshore

## SuedLink, SuedOstLink etc.:

- 1-2 x 2 GW Kapazität
- 320, ggf. 525 kV Spannung
- 4 Kabel je 2 GW bei 320 kV – je höher die Spannungsebene, desto weniger
  
- ca. 20-40 m temporäre Flächeninanspruchnahme in der Bauphase bei 2 GW
- ca. 13-15 m Kabelgraben incl. Schutzstreifen je 2 GW
- 2 Konverter onshore je 2 GW

# Unterschiede AC- und DC-Erdkabel



## AC-Erdkabel

- auf Höchstspannungsebene nicht Stand der Technik
- nur Teilverkabelung in ausgewiesenen Pilotprojekten erlaubt
- (negative) Wechselwirkungen mit anderen Netzbestandteilen
- wenige Erfahrungen zum Verhalten von Erdkabeln im vermaschten AC-Netz
- höhere Verluste; Blindleistungskompensation erforderlich
- nicht steuerbar
- Vorteil: Keine Konverter, dafür aber Kabelübergangsanlagen

## DC-Erdkabel

- als Erd- und Seekabel bis 320 kV Stand der Technik
- Erdkabelvorrang bei großen HGÜ-Vorhaben an Land
- verlustarmer Transport über weite Strecken möglich
- keine Blindleistungskompensation erforderlich
- steuerbar
- (noch)Punkt-zu-Punkt-Verbindung
- Nachteil: Konverter zur Einbindung in das AC-Netz erforderlich

# Disclaimer

## Haftung und Urheberrechte TenneTs

Diese PowerPoint-Präsentation wird Ihnen von der TenneT TSO GmbH („TenneT“) angeboten. Ihr Inhalt, d.h. sämtliche Texte, Bilder und Töne, sind urheberrechtlich geschützt. Sofern TenneT nicht ausdrücklich entsprechende Möglichkeiten bietet, darf nichts aus dem Inhalt dieser PowerPoint-Präsentation kopiert werden, und nichts am Inhalt darf geändert werden. TenneT bemüht sich um die Bereitstellung korrekter und aktueller Informationen, gewährt jedoch keine Garantie für ihre Korrektheit, Genauigkeit und Vollständigkeit.

TenneT übernimmt keinerlei Haftung für (vermeintliche) Schäden, die sich aus dieser PowerPoint-Präsentation ergeben, beziehungsweise für Auswirkungen von Aktivitäten, die auf der Grundlage der Angaben und Informationen in dieser PowerPoint-Präsentation entfaltet werden.



[www.tennet.eu](http://www.tennet.eu)

TenneT ist der erste grenzüberschreitende Übertragungsnetzbetreiber für Strom in Europa. Mit rund 21.000 Kilometern an Hoch- und Höchstspannungsleitungen, 36 Millionen Endverbrauchern in den Niederlanden und in Deutschland gehören wir zu den Top 5 der Netzbetreiber in Europa. Unser Fokus richtet sich auf die Entwicklung eines nordwesteuropäischen Energiemarktes und auf die Integration erneuerbarer Energie. **Taking power further**



# Backup

---

# Konverterstationen an Land



## Konverterstation in Dörpen



## Konverterstation in Diele





# Zwei Konverter je DC-Verbindung erforderlich

