

Verlegung von Erdkabeln in der Hoch- und Höchstspannung: Internationale Erfahrungen

ETP-Konferenz

Düsseldorf, 13. November 2008

Dr. Volker Waschk

Sprecher Europacable Deutschland

www.europacable.com

Europacable





Wer oder was ist Europacable?

- ❑ Zusammenschluss der europäischen Kabelfachverbände und – Hersteller



CABLES
Well connected.



- ❑ Hauptaufgabe: Harmonisierung von Standards und Normen
- ❑ Arbeitsgruppe: High Voltage Systems (HVS)
- ❑ Teilverkabelung





Welche Ziele hat Europacable?

- ❑ Standardisierung
- ❑ Förderung innovativer Technologien für Erdkabel
- ❑ relevanten Entscheidern ein umfassendes Verständnis der Erdkabeltechnologie zu ermöglichen
 - **Erdkabel als innovative und zuverlässige Technologie**
 - **Teilverkabelung als umweltverträgliche Lösung**
 - **Vertretbare Mehrkosten**
- *Teilverkabelungen können die Akzeptanz der geplanten Netzerweiterungen erhöhen, und*
- *somit zu einer Beschleunigung des Netzausbaus beitragen*





Erdkabel als innovative & zuverlässige Übertragungstechnologie

Teilverkabelung als umweltverträgliche Lösung

Integration von Erdkabeln ins Netzsystem

Vertretbare Mehrkosten

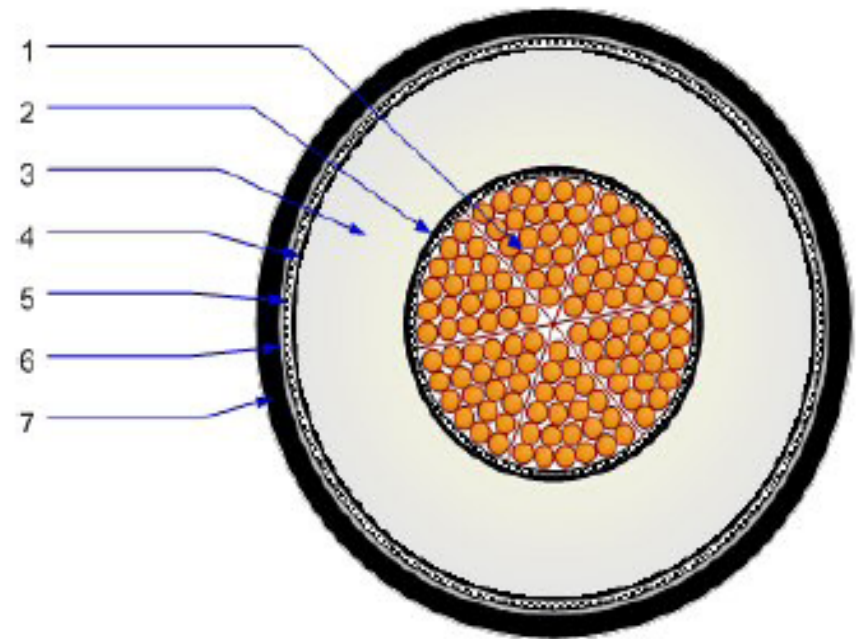
VPE-isolierte Erdkabel

- ❑ seit über 25 Jahren kommerziell genutzt (110 kV)
- ❑ seit über 10 Jahren auf 400 kV Ebene erfolgreich – auch bei großen Systemlängen (40 km bei 500 kV - Japan)
- ❑ weltweit aktuelle Standardtechnologie
- ❑ einfach zu verlegen und anzuschließen
- ❑ umweltverträglich
- ❑ weitgehend wartungsfrei



Kabelaufbau

- 1) Leiter Cu (alternativ Al)
- 2) Innere Leitschicht
- 3) VPE Isolation
- 4) Äußere Leitschicht
- 5) Kupferdrahtschirm mit Quellvlies (längswasserdichtigkeit)
- 6) PE-Außenmantel mit Al-Folie (Schichtenmantel)



Garniturentechnik: Muffenverbindungen

- ❑ 400 kV Erdkabel in Produktions- und Lieferlängen bis zu 1000 Meter
- ❑ Verbindungsmuffen werden “unsichtbar“ in die Erde verlegt
- ❑ Möglichkeit, Verbindungsmuffen in unterirdische Bauwerke einzubringen



Garniturentechnik: Endverschlüsse

- Bei Teilverkabelung Freiluftendverschluss
- Anbindung zur Freileitung: Platzbedarf etwa "tennisplatzgroß"



Geringe Störungsanfälligkeit

- ❑ Störungen bei Erkkabeln seltener als bei Freileitungen
- ❑ Erdkabel besonders geschützt vor Wettereinflüssen
- ❑ Im Betrieb sind Kabel wartungsfrei – Beschädigung meißt nur durch externe Eingriffe

Zuverlässigkeit

- ❑ Hersteller garantieren homogene Kabelqualität nach internationalen Standards (IEC 62067)
- ❑ Reparatur bei Beschädigung
 - schnelle & präzise Fehlerortung
 - Reparaturzeit 2-3 Wochen (wenn Reservematerial vorhanden)

Nutzungsdauer

- ❑ Innovative Technologie, die seit mehr als 10 Jahren eingesetzt wird
- ❑ Nutzungsdauer VPE-isolierten Erdkabeln von mind. 40 J. erwartet
- ❑ verschärfte Langzeitprüfung mit erhöhten Prüfparametern zur Simulation einer Betriebserwartung von 40 J.



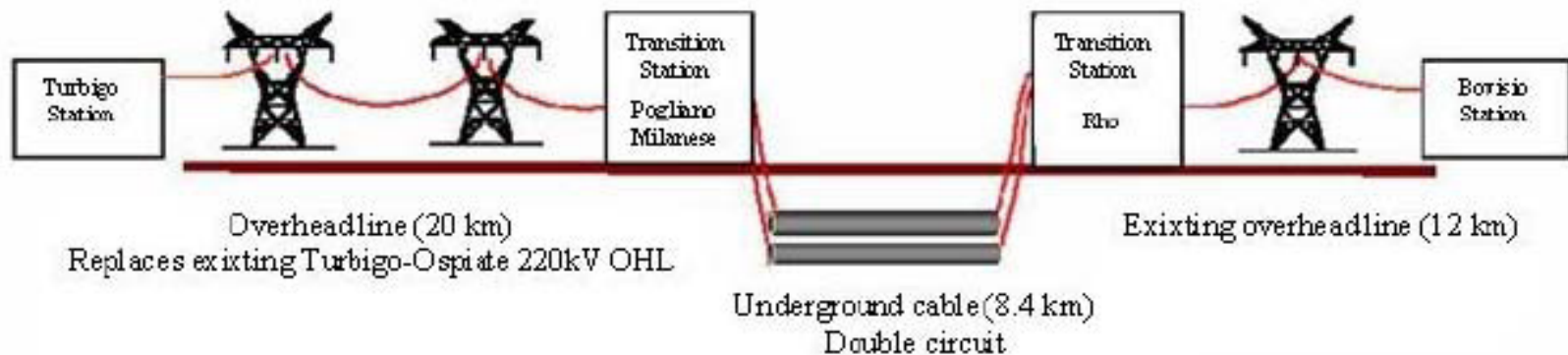


Referenzliste 400kV Erdkabelprojekte in Europa

Ort	Projekt	Kabel Schaltkreise x Länge (km)	Kabel pro Phase	Zeit
Kopenhagen	Ersatz von Freileitungen im städtischen Gebiet	1x22 1x12	1	1996 1999
Berlin	Verbindung der Ost/West Systeme	2x6 2x6	1	1998 2000
York-Tal	Landschaftlich besonderes Gebiet	4x6	2	2000/1
Madrid	Barajas Flughafen Erweiterung	2x13	1	2002/3
Jutland	Landschaftlich besonderes Gebiet, Wasserwege und Vorstadtgebiete	2x14	1	2002/3
London	London Ring	1x20	1	2002/5
Rotterdam	Randstad Wasserkreuzung	2x2.1	1	2004/5
Wien	Elektrizität für die Innenstadt	2x5.5	1	2004/5
Mailand	Vorstadtabschnitt der Turbigio-Rho Strecke	2x8.5	2	2005/6

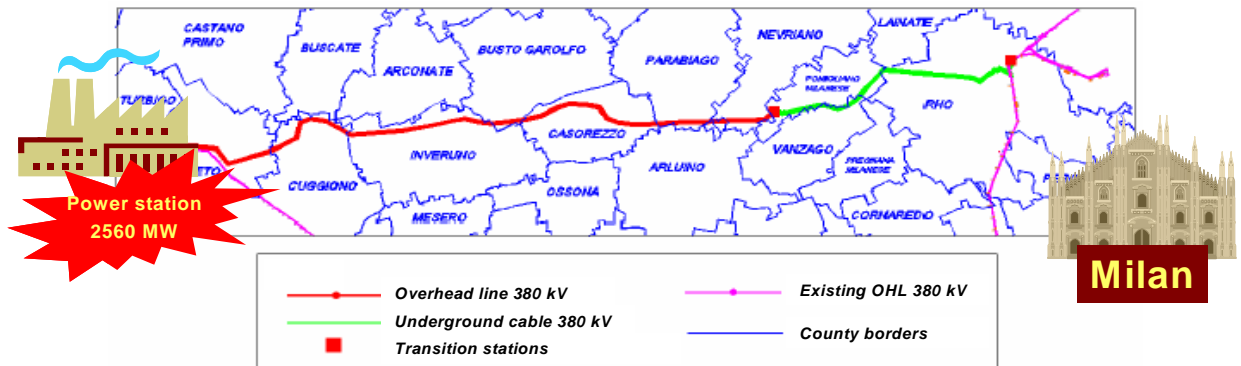


Das italienische Turbigo-Rho 400 kV Projekt



Zeitabfolge

- 1991: Beginn der Gespräche
- 1994 -2004: „Deadlock“
- Juni 2004: Entscheidung teilweiser Erdverlegung
- März 2005: Baubeginn
- Mai 2006: Inbetriebnahme



Milan



Das italienische Turbigo-Rho 400 kV Projekt



LINE ROUTE SIGNAL

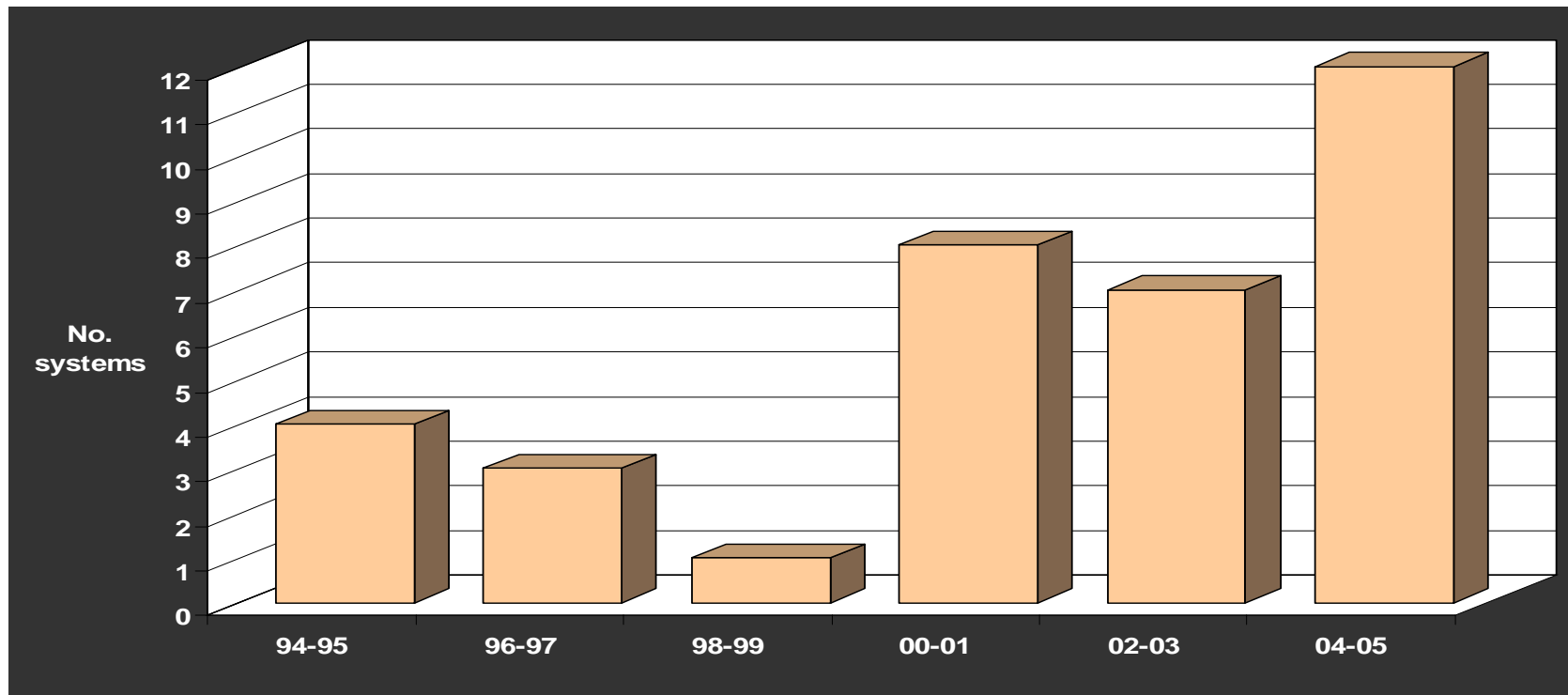
AFTER THE CABLE LAYING



TRANSITION STATIONS



Anzahl weltweit verlegter EHV Erdkabel





Erdkabel als innovative & zuverlässige Übertragungstechnologie

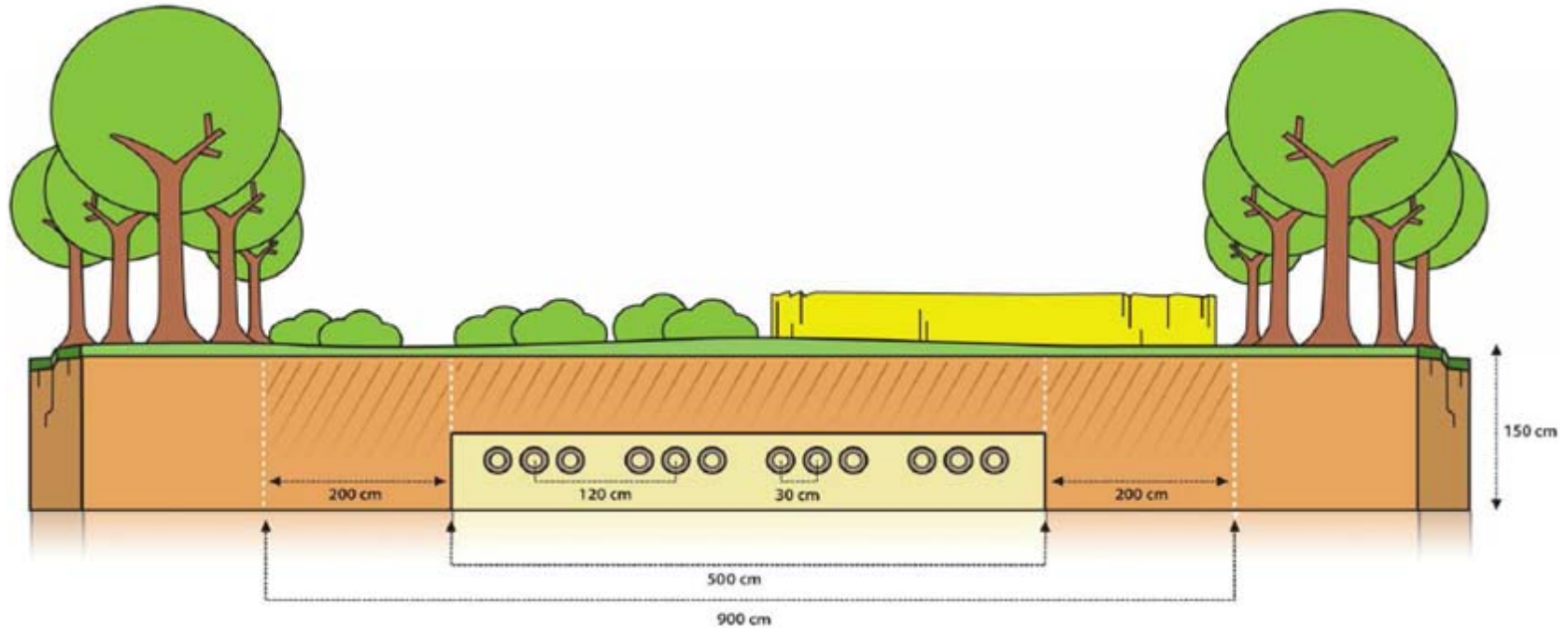
Teilverkabelung als umweltverträgliche Lösung

Integration von Erdkabeln ins Netzsystem

Vertretbare Mehrkosten

Platzbedarf

- Systemanzahl abhängig von der Übertragungsleistung
- Trassenbreite abhängig von der Systemanzahl
- Max. 2 Systeme für 1 Freileitungssystem



Städtische Gebiete

- ❑ Graben pro System: ca. 1.5 Meter tief, 1- 2 Meter breit
- ❑ Schweres Gerät bei Tiefbauarbeiten entlang der Trasse erforderlich, bei Verlegung Zugang nur im Muffenbereich notwendig
- ❑ Erdkabelverlegung neben, unter oder zwischen Fahrspuren möglich
- ❑ Anschließende Wiederherstellung des Originalzustands



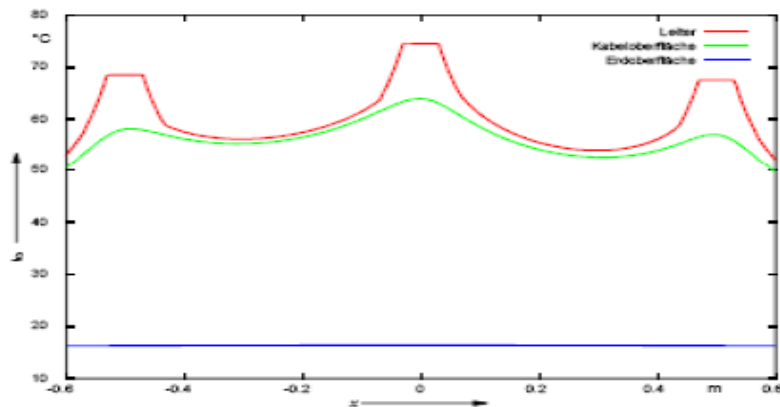
Ländliche Gebiete

- ❑ Bauzeit abhängig von Bodenbeschaffenheit
- ❑ Schweres Gerät bei Tiefbauarbeiten entlang der Trasse erforderlich, bei Verlegung Zugang nur im Muffenbereich notwendig
- ❑ Diverse schonende Verfahren verfügbar zur Unterquerung sensibler Gebiete oder Straßen
- ❑ Wiederherstellung von Landschaft innerhalb 18-24 Monaten



Bodenerwärmung

- Erdkabel-Erwärmung abhängig von Höhe & Dauer der Belastung
- Wärmeabgabe an Erdreich ist abhängig vom Rückfüllmaterial
- Normalbetrieb: keine signifikante Erwärmung an Erdoberfläche
- Extreme Dauerlast: Erdoberfläche erwärmt sich direkt über Kabelgraben um max. 2 °C.
- Im Abstand von 5 m ist Erwärmung nicht mehr nachweisbar



Temperature increase caused by 380kV single-core XLPE cable calculated by FEM modelling temperatures in the conductor plane (—), in the plane directly above cables (—), and at the soil surface (—).

Source: University Duisburg-Essen

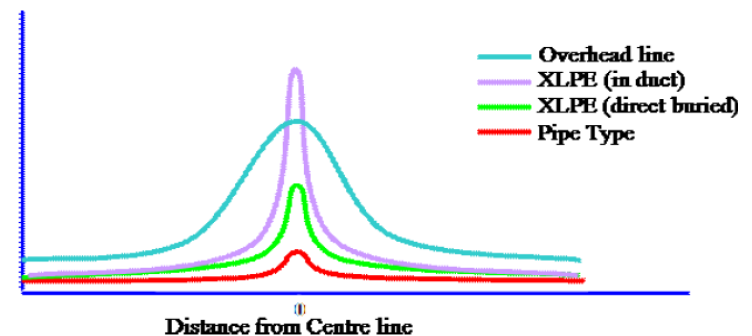
Flächennutzung der Trasse

- uneingeschränkte Kultivierung des Erdreiches; nur Freihalten von tiefwurzelndem Bewuchs
- Agrarwirtschaft möglich
- schonende Verlegetechnik



Erdkabelsysteme

- strahlen kein elektrisches Feld aus
- lassen sich so gestalten, dass sie ein kleineres magnetisches Feld haben als Freileitungen
- verursachen keine Umweltbelastung durch Geräuschbildung („Koronaentladung“)





Erdkabel als innovative & zuverlässige Übertragungstechnologie

Teilverkabelung als umweltverträgliche Lösung

Integration von Erdkabeln ins Netzsystem

Vertretbare Mehrkosten

Auswirkung von Erdkabeln auf Netzsysteme

- Eingliedern neuer Trassenverbindungen in bestehende Netzwerke bedarf detaillierter Planung
- 400 kV Erdkabel wirken sich oft positiv auf Gesamtverhalten des Netzes aus
- Kompensationseinrichtungen ab 20 km ggf. erforderlich



Quelle: BNetzA 2008 und dena 2005

Geringe Übertragungsverluste

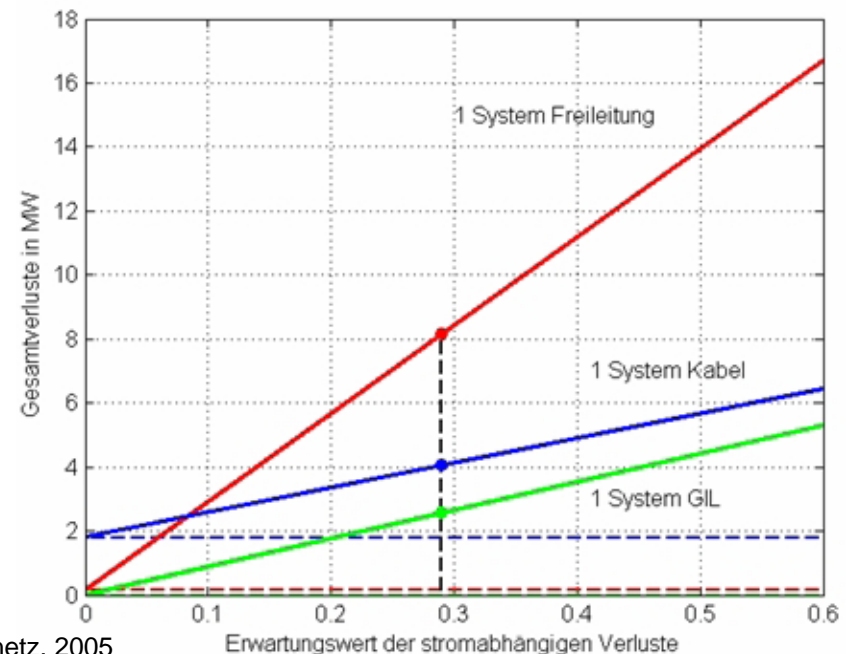
- Übertragungsverluste abhängig von Auslegung & Belastungsgrad
- Geringere Übertragungsverluste beim Erdkabel als bei Freileitung bei gleichem Belastungsgrad – mögliche Stromeinsparung

Tabelle 6.4. Verluste für 1 System 60 km Freileitung und 54 km Kabel und GIL

	Freileitung 4×264-AL1/34-ST1A	Kabel 3×1×2500 RM/50	GIL
Leitungslänge in km	60	54	54
Leiterquerschnitt in mm ²	1060	2500	6334/13579 ¹⁾
Widerstandsbelag in mΩ/km ²⁾	29,5	9,22	5,95/4,57 ¹⁾
Ableitungsbelag in nS/km	17	77,3	
spannungsabhängige Verluste bei 380 kV in kW	147,0	602,6	keine Angabe
Verluste durch Kompensation in kW		1200	
max. stromabhängige Verluste bei 1500 MVA (2279 A) in kW	27580	7772	8846
stromabhängige Verluste bei einem Erwartungswert von 0,29	7998	2254	2565
Gesamtverluste bei einem Erwartungswert von 0,29	8145	4057	2565

1) erste Zahl für den Leiter, zweite Zahl für die Kapsel

2) bei 40 °C



Quelle: ForWind-Studie zu Stromübertragungstechniken im Höchstspannungsnetz, 2005



Erdkabel als innovative & zuverlässige Übertragungstechnologie

Teilverkabelung als umweltverträgliche Lösung

Integration von Erdkabeln ins Netzsystem

Vertretbare Mehrkosten

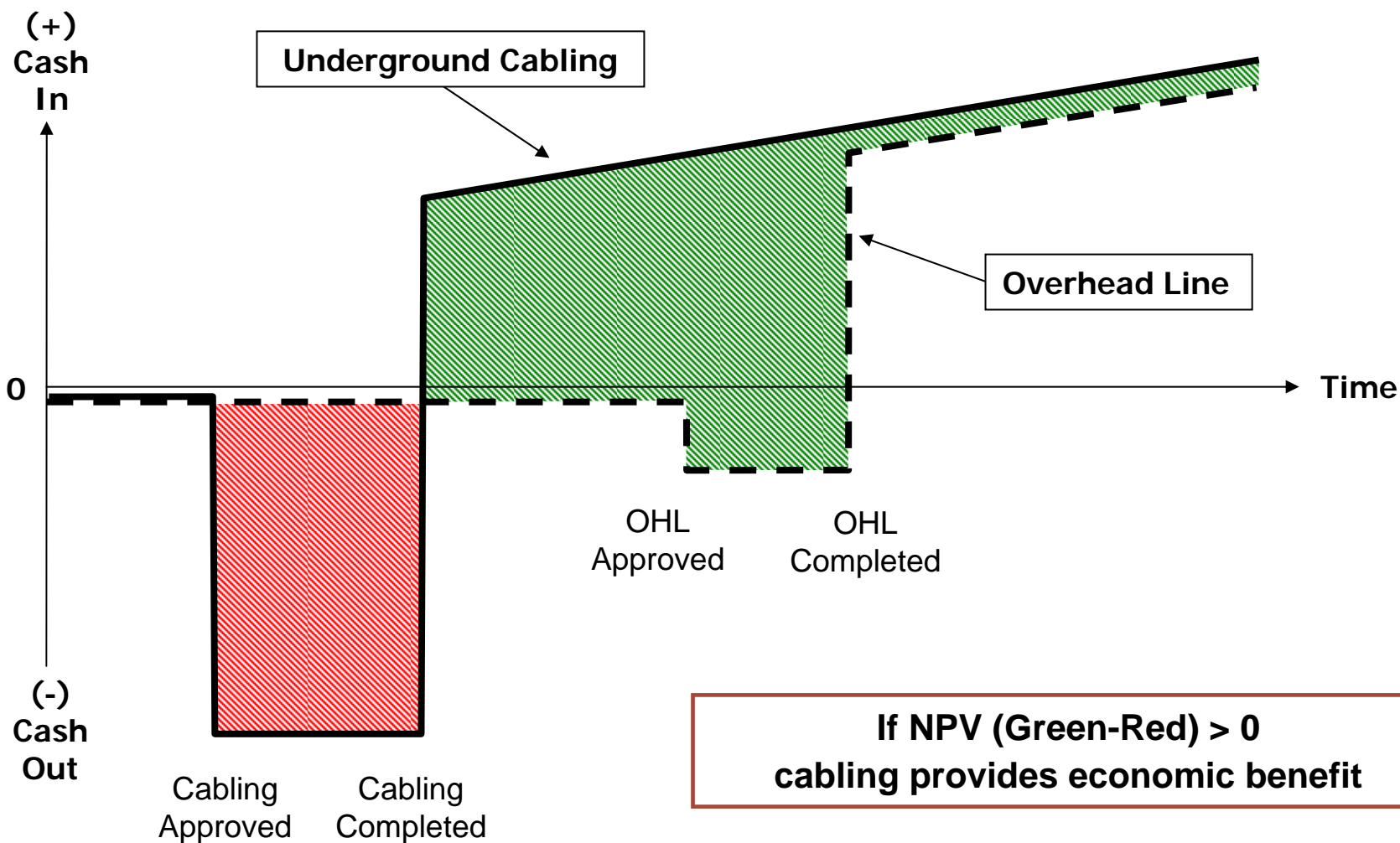
Kosten: Erdkabel versus Freileitungen

- ❑ Jedes Projekt ist unterschiedlich: Pauschalisierung der Kosten nicht möglich
- ❑ In der Installation sind Erdkabel teuer als Freileitungen aufgrund höherer Produkt- und Installationskosten
- ❑ Allerdings: Kostenvergleiche vernachlässigen oft Kostenpunkte wie Wartung, Verluste oder Ausfallkosten
- ❑ Kosten der Verlegearbeiten belaufen sich auf bis zu 60%. Dies kommt lokalen Unternehmen zugute

Umfassende Lebenszyklus-Kostenanalyse belegen:
Kabel 2-5 mal teurer sind als Freileitungen



Timing & Potential Economic Benefits – Cash Flow Profiles





Berechnungen der Landesregierung Niedersachsens zeigen:

- „Erdverkabelung verteuert die Kilowattstunde Strom um lediglich 0,004 Cent für Bundesbürger“



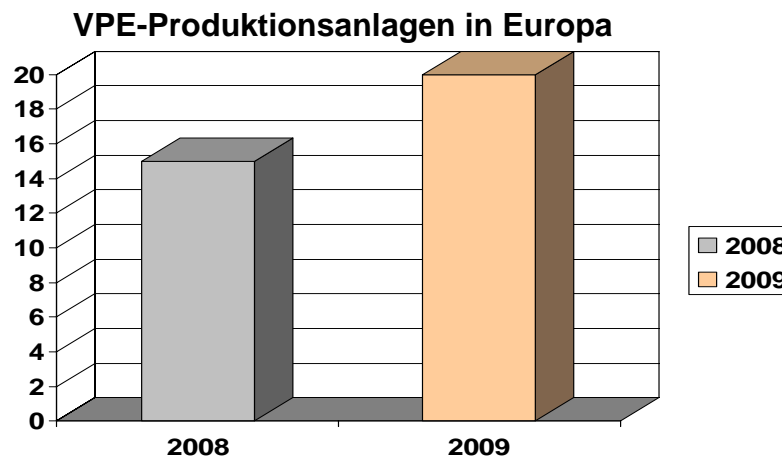
- Für einen Vier-Personen-Haushalt mit 4500 Kilowattstunden Jahresverbrauch wären das jährlich 18 Cent





Kapazitäten

- steigende Nachfrage an VPE-isolierten Erdkabeln
- Europäische Kabelindustrie führt Produktionskapazitäten nach
- bei jährlicher Kapazität von 120 – 140 km pro Anlage:
Jahresproduktion von 2.000 – 3.000 km pro Jahr
- damit lässt sich die erwartete Nachfrage in Europa bis 2015 abdecken



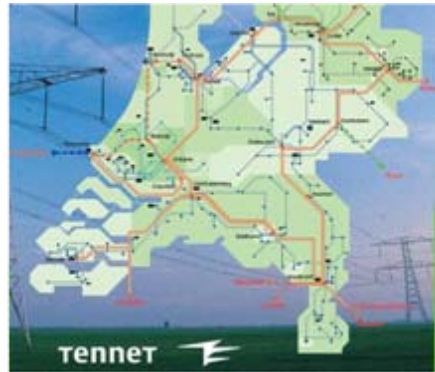


Jüngste Teilverkabelungsprojekte in Europa:



2nd TEN-E Information Day, Brussels, 20th May 2008

TEN-E Interconnector
Frankreich - Spanien



TENET "Zuidring
Randstad"



Stromtrasse
Ganderkesee - St. Hülfe





FAZIT:

- Erdkabel sind eine innovative und zuverlässige Technologie
- Teilverkabelung bietet eine “umweltverträgliche Lösung”
- Vertretbare Mehrkosten

- *Teilverkabelungen können die **Akzeptanz** der geplanten Netzerweiterungen **erhöhen**, und*
- *somit zu einer **Beschleunigung** des Netzausbaus **beitragen***

Verlegung von Erdkabeln in der Hoch- und Höchstspannung: Internationale Erfahrungen

ETP-Konferenz

Düsseldorf, 13. November 2008

Dr. Volker Waschk

Sprecher Europacable Deutschland

www.europacable.com

Europacable

