

# Potentiale und Restriktionen von HGÜ-Kabel

Dr. Armin Braun

6. November 2012

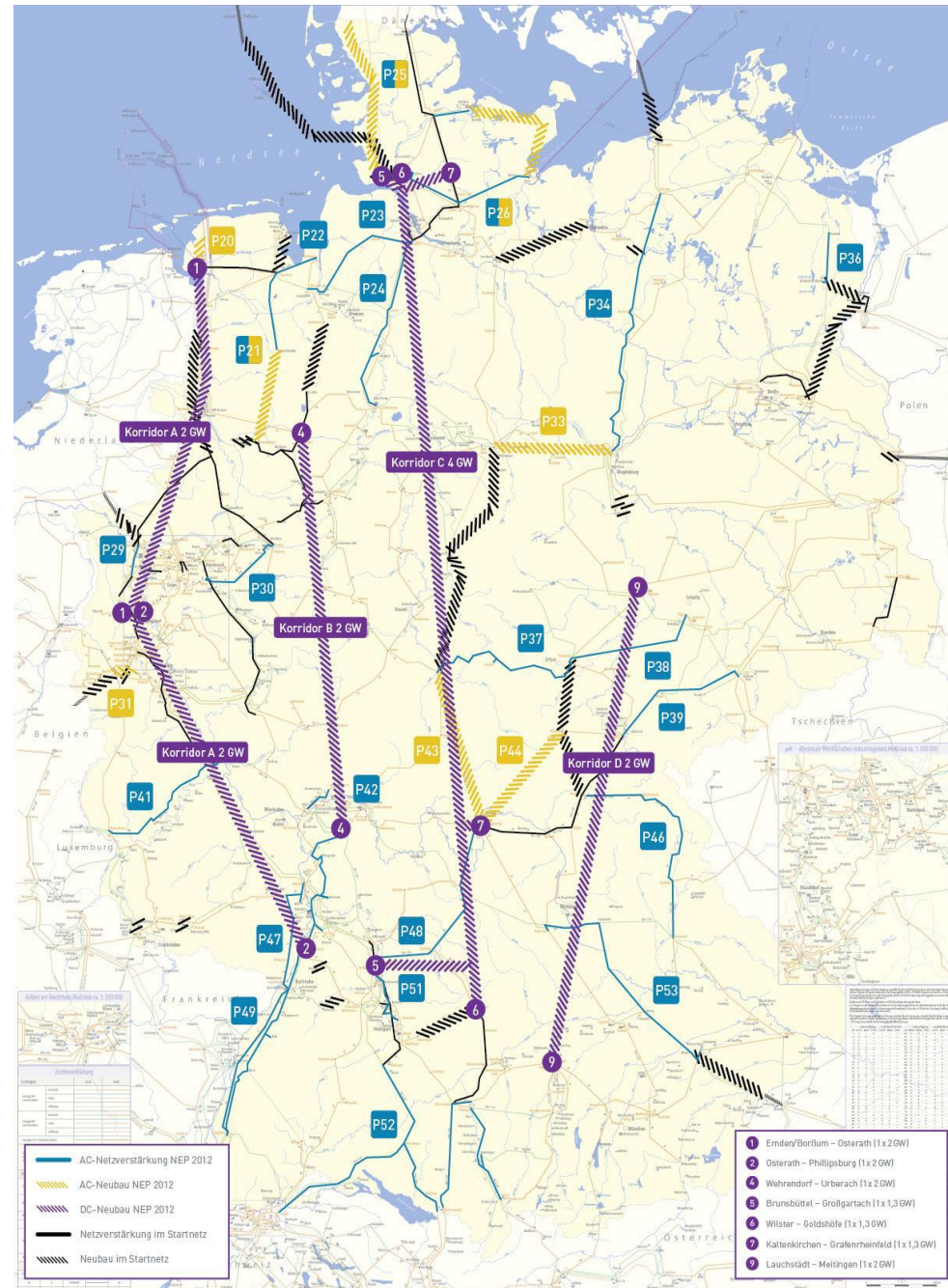


# Agenda

- Netzentwicklungsplan
- Typische Anwendungsfälle für HGÜ
- Kabelgräben

# Aktueller Stand Netzentwicklungsplan

- Erzeugungsszenarien durch Bundesnetzagentur vorgegeben („B2022“ als Leitszenario)
- Einsatz von HGÜ-Verbindung als Overlay-Netz (Korridore A-D)
- Netzausbaubedarf nach dem NOVA-Prinzip ermittelt
  - Optimierung Bestandstrassen: ca. 4.400 km
  - Netzausbau in neuen Trassen ca. 3.800 km
- Abgeschätzte Investition: 20 Mrd. €



# Warum HGÜ?

Wirtschaftliche Übertragung großer Leistungen über weite Entfernungen durch

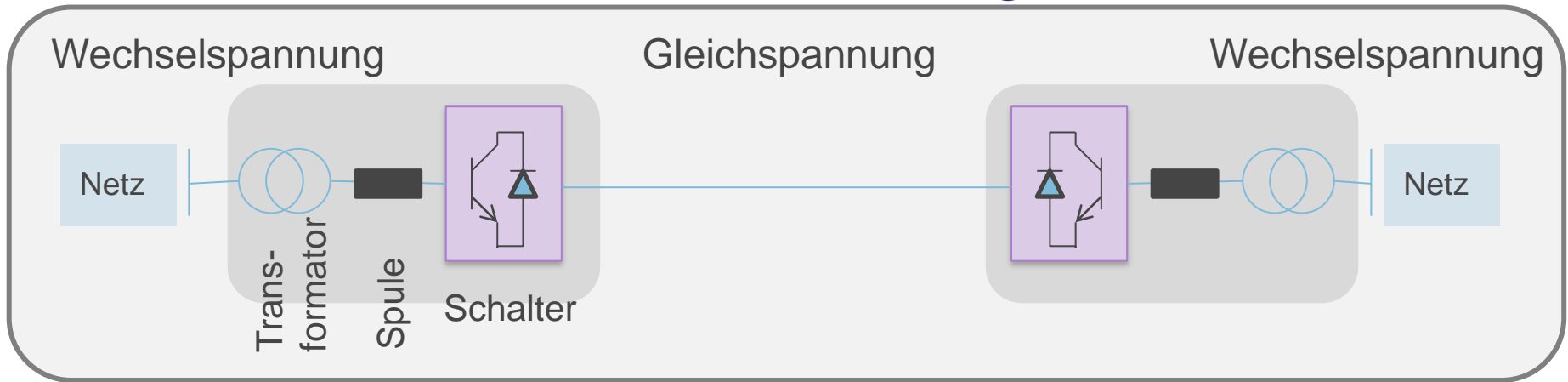
- effiziente Ausnutzung der Leitungstrassen
- geringere Übertragungsverluste

Günstiges Betriebsverhalten von HGÜ-Systemen

- flexibel regelbare Transportleistung je nach Erzeugung und Last
- Steigerung der Systemstabilität: Blindleistungsbereitstellung und Spannungsstützung

Aber: Großer finanzieller und baulicher Aufwand für Konverter

# Wie sieht eine HGÜ-Verbindung aus?



## Aufgaben eines Konverters

- Umwandlung von Wechselspannung (AC) in Gleichspannung (DC) und zurück
- Exakte Steuerung des Leistungsflusses

## Umwandlungsschritte

- Die Gleichspannung wird über Schalter stufenweise an und aus geschaltet, damit eine Wechselspannung entsteht
- Spulen glätten die Wechselspannung
- Der Transformator reguliert die Spannungshöhe und entkoppelt die Systeme galvanisch

# Aktuell zeichnen sich drei grundsätzliche Typen für HGÜ-Technik ab

| Typ                    | A                          | B                                  | C                                  |
|------------------------|----------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Grundkonzept           | Sym. Monopol               | Bipol                              | Bipol                              |
| Nennspannung           | 320 kV                     | 400 kV                             | 500 kV                             |
| Betriebsströme         | 1.300 – 1.500 A            | 2.500 – 3.600 A                    | 2.000 - 4.000 A                    |
| Nennleistung           | 800 – 1000 MW              | 2.000 – 2.600 MW                   | 4.000 MW                           |
| Realisierung           | Marktverfügbar,<br>ab 2013 | Geplant<br>2017                    | nach<br>2020                       |
| Leiter                 | Plus und Minus             | Plus, Minus, Null                  | Plus, Minus, Null                  |
| Beispielhafte Projekte | DOLWIN,<br>ALEGrO          | Ultrahigh Voltage<br>DC            | „Netzentwicklungsplan“             |
| Nutzung                | Kabel                      | Freileitung mit<br>Teilverkabelung | Freileitung mit<br>Teilverkabelung |

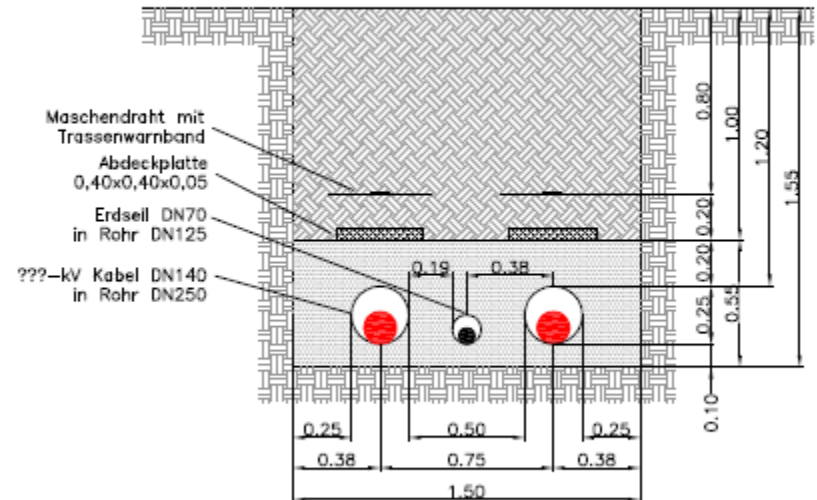
Bei den Typen B und C kann bei Ausfall eines Leiters (Plus oder Minus) noch die halbe Leistung übertragen werden

# Konsequenzen für HGÜ-Kabel

- HGÜ-Kabel mit Kunststoffisolation unterscheiden sich wesentlich von AC-Kabeln, aber
  - Leiterquerschnitt praktisch gleich
  - fehlender Skin-Effekt erlaubt etwas höheren Dauerstrom
- Bedarf nach zwei bis drei Leitern
  - Plus und Minus: auf Nennspannung und –strom dimensioniert
  - Null-Leiter bei Bipolen: auf Nennstrom dimensioniert, geringere Isolation
- Auf Grund der hohen Stromstärken mehrere Kabel je Leiter bei Bipolen
  - Stromtragfähigkeit je Kabel rund 1.500 bis 2.000 A
  - Für Varianten B und C somit Bedarf nach min. 2 Kabeln je System

# Möglicher Kabelgraben für Monopol-Anwendung (Typ A)

- Drei Kabel in Leerrohren (Plus, Null, Minus,)– Verlegetiefe: 1,20 m– Kabelabstand: 0,75 m– Gesamtbreite: 1,5 m ohne Grabenverbau





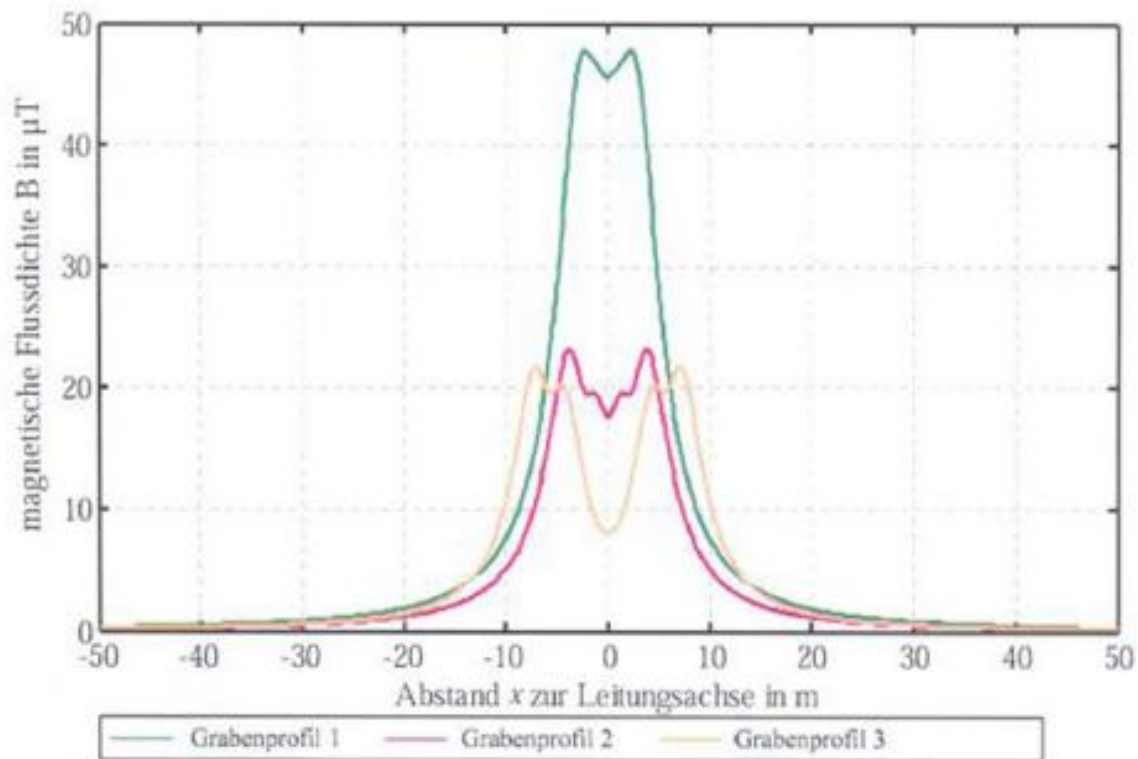
# Möglicher Kabelgraben für Bipol-Anwendung (Typ B)

- Basis: Kabelgraben für zwei 380-kV-Wechselstromsysteme
- Sechs Kabel je DC-Leitung (2 x Plus, 2 x Minus, 2 x Null-Leiter) in Leerrohr
  - Verlegetiefe 1,80 m
  - Kabelabstand 0,9 m
  - Gesamtbreite: 5,1 m ohne Grabenverbau
- Zweites DC-System optional in Abstand von rund 5 Metern möglich



# Freileitung und Kabel – magn. Feldbelastung AC und DC

4 bipolare x DC-Kabel-Systeme (Nennbetrieb)



Kabelprofil 3 vergleichbar dem vorgenannten Beispiel

Quelle:  
Ökologische Auswirkungen von 380kV-Erdleitungen und HGÜ-Erdleitungen, Ergebnisbericht Teil III, (2011)

# Zusammenfassung

- HVDC-Kabel werden zukünftig in den DC-Korridoren des NEP benötigt
- Der Aufbau einer DC-Kabelstrecke und somit deren bautechnische Errichtung ist vergleichbar mit dem von 380-kV-AC-Kabeln.
- Die zu übertragenden Stromstärken bewegen sich in gleicher Größenordnung wie bei 380-kV-AC-Kabeln.
- Das magnetische Feld ist geringer als das natürliche Magnetfeld

**Das starke Netz für Energie | [www.amprion.net](http://www.amprion.net)**

