

Technikdialog der BNetzA „Freileitungen und Erdkabel“

GLEICHSTROMÜBERTRAGUNG ÜBER FREILEITUNGEN

WOLFGANG MADER

ESAS / ANLAGENMANAGEMENT
18 / 04 / 2012 / HANNOVER

01 Kurzvorstellung TransnetBW

02 Motivation

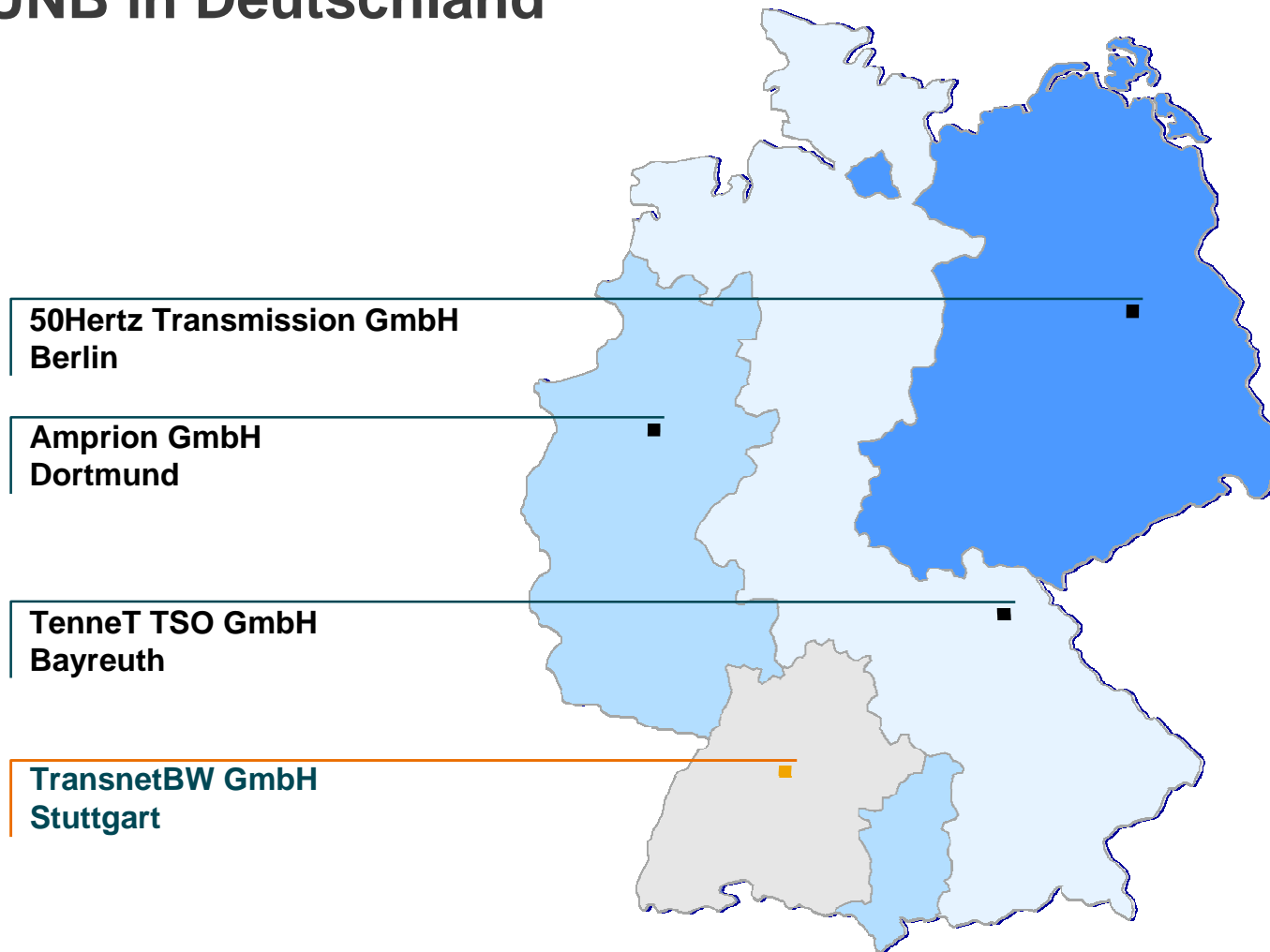
03 Theorie Hybridleitung

04 Verlustvergleich zwischen AC und DC

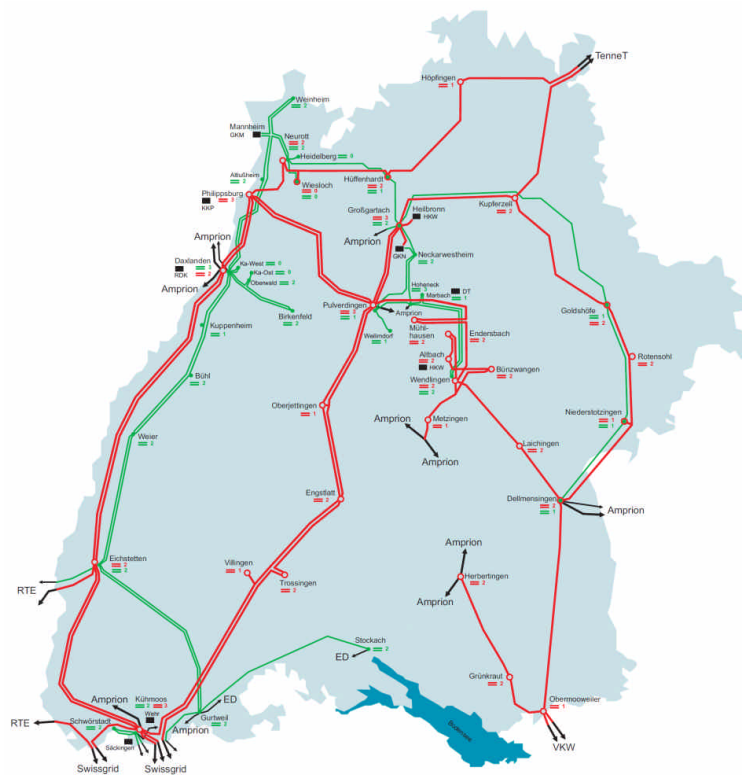
05 Genehmigungsverfahren für DC-Leitungen

06 Ausblick

4 ÜNB in Deutschland



Netzschema TransnetBW und Kennzahlen



Legende:

- Anliebsbereich EWB TransnetBW AG
- Höchstspannungsebene 380kV
- Höchstspannungsebene 220kV
- Umspannung/Schaltanlage 380kV
- Umspannung/Schaltanlage 220kV
- Kraftwerkstandort 380/220kV
- EWB TNG AG
- Zu Verbundpartner
- Zahl der Transformatoren
- Zahl der Schaltanlagen

Geographische Fläche des Netzgebiets		34.600 km ²
Stromkreislänge	Freileitung	3.236 km
	Kabel	3 km
Schaltanlagen		57
Transformatoren nach 110 kV		81
Transformatoren 380 / 220 kV		8
MSCDN ¹⁾	2 Einheiten je	250 Mvar
Kuppelstellen ins deutsche / europäische Verbundnetz		12 DE / 16 EU
Maximum des Lastverlaufs		13 GW
Mitarbeiter		250

Stand 03/2012



¹⁾ Mechanically Switched Capacitive Damping Network

01 Kurzvorstellung TransnetBW

02 Motivation

03 Theorie Hybridleitung

04 Verlustvergleich zwischen AC und DC

05 Genehmigungsverfahren für DC-Leitungen

06 Ausblick

Warum beschäftigen wir uns mit dem Thema?

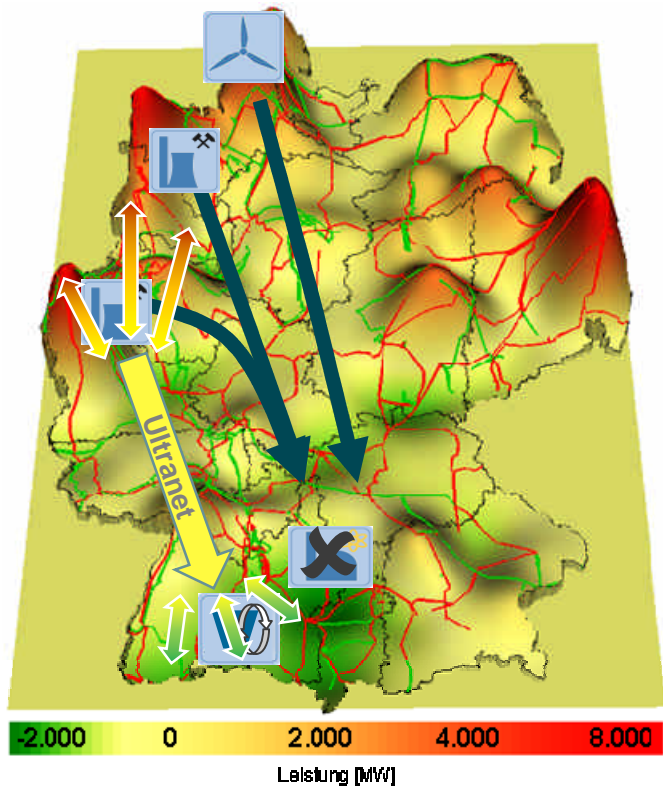
- Integration erneuerbarer Energien im Gesamtsystem (Windenergie, Solarenergie, ...)
- Transport der Windenergie von Nord nach Süd und Sonnenenergie von Süd nach Nord
- Beitrag zur Versorgungssicherheit Baden-Württembergs nach Abschaltung der KKW
- Positive Auswirkung auf Blindleistung und Systemstabilität

Warum beschäftigen wir uns mit dem Thema?

- Einsatz neuer Technologie unter Nutzung bestehender Stromkreise und bestehender Trassen zur Erhöhung der Energiedichte
- Technische Innovation, weniger Trassenraum notwendig
- Zeitnah realisierbare Lösungen sind möglich
- Übertragung hoher Leistungen über weite Distanzen nur mit Freileitungen möglich

Warum beschäftigen wir uns mit dem Thema?

- Erzeugungs- und Lastsituation 2020



Situation 2020



Machbarkeitsstudie
HGÜ-Leitung zwischen
NRW und BW

Ultrahochspannung



TRÄNSNET BW

01 Kurzvorstellung TransnetBW

02 Motivation

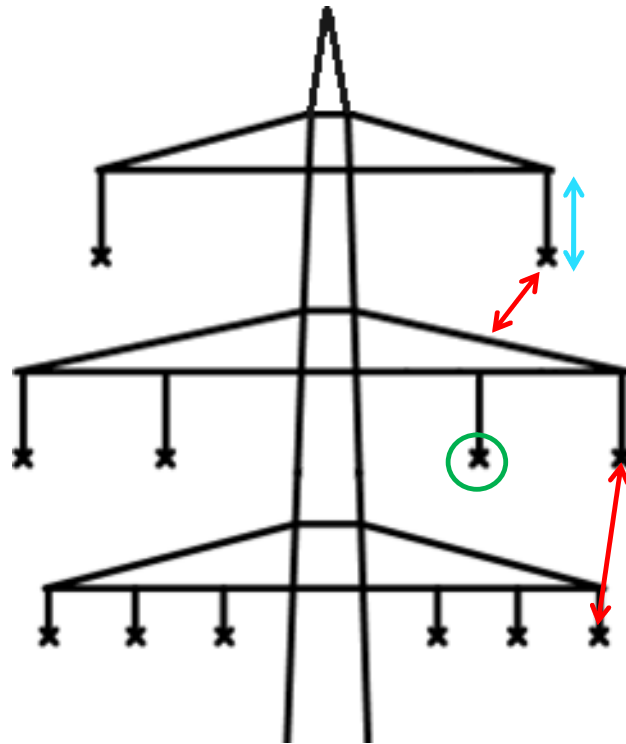
03 Theorie Hybridleitung

04 Verlustvergleich zwischen AC und DC

05 Genehmigungsverfahren für DC-Leitungen

06 Ausblick

Theorie Hybridmasten, technische Grenzen



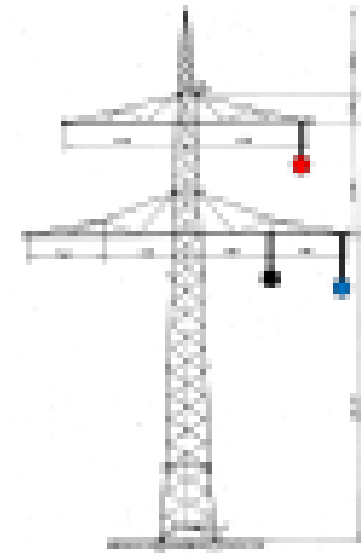
- Isolator**
 - Baulänge
 - Ausführung, Material
- Mindestabstände**
zwischen den unterschiedlichen Leitern oder zu geerdeten Teilen
- Leiterbündel**
 - Querschnitt bestimmt Übertragungsstrom
 - Zul. Randfeldstärken dürfen nicht überschritten werden

Bild: Tragmast mit
- 380 kV Stromkreisen (oben)
- 110 kV Stromkreisen (unten),
sogenannter AD-Mast

Theorie Hybridmasten, was ist maximal möglich?

Bei Bezug auf einen für 380 kV AC-Stromkreise ausgelegten Masten:

- Abstände und Isolatorlängen bis zu ± 450 kV DC möglich,
- Randfeldstärken bei ± 400 kV und Bündelleitern Al/St 4x265/35 in allen Mastbildern eingehalten
- Maximal übertragbare Leistung ca. 2200 MW, deutliche Steigerung gegenüber AC-Stromkreis
- Besondere Beachtung erfordert die von den Gleichspannungsleitern verursachte ohmsche Querkopplung.



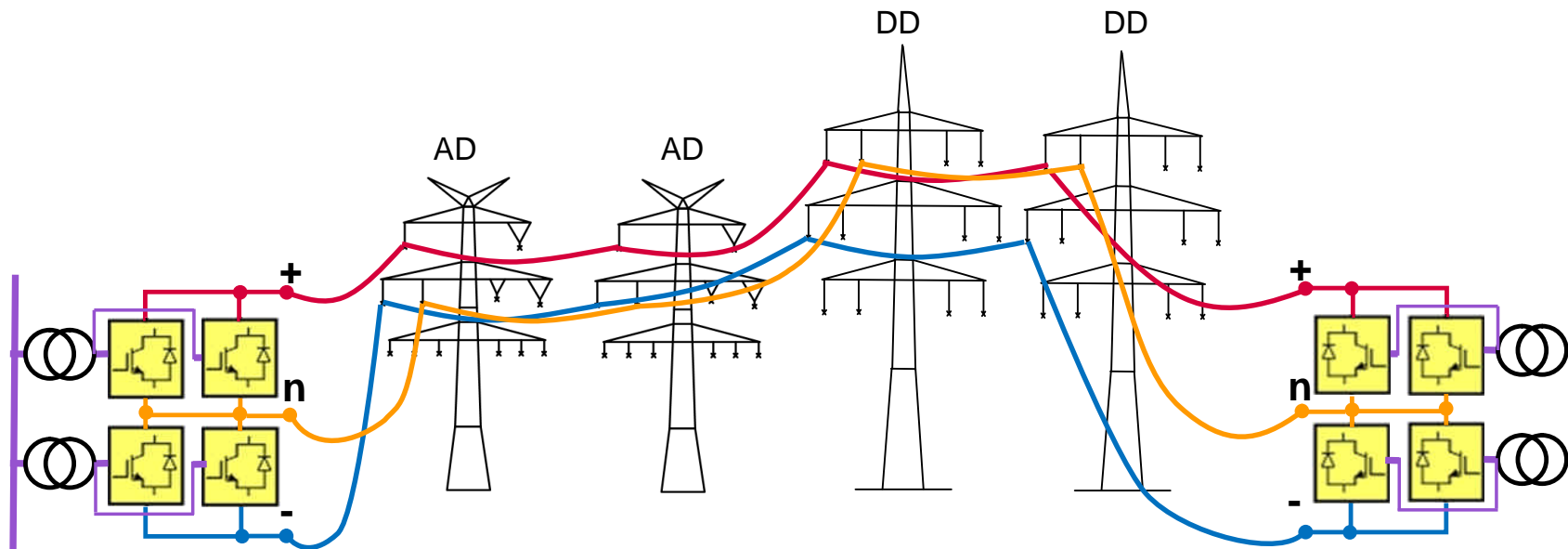
Legende:

Rot – positiver Leiter

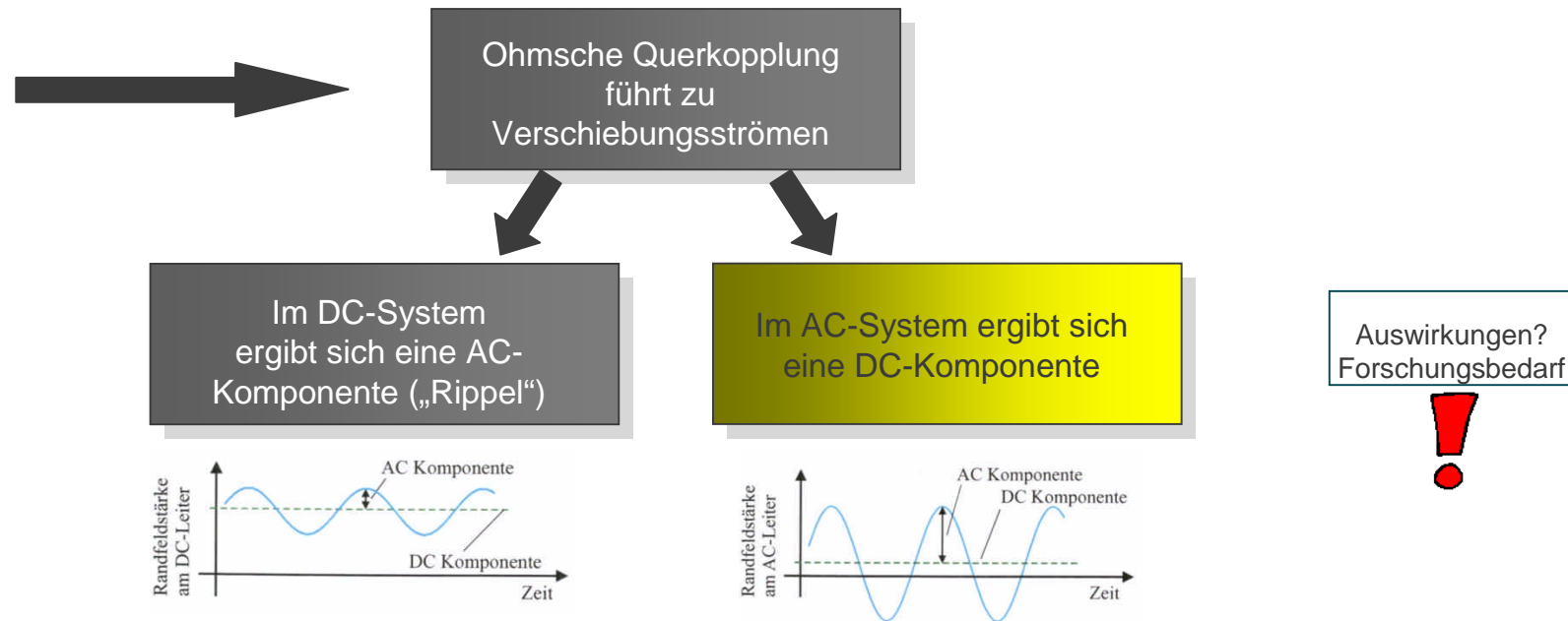
Blau – negativer Leiter

Schwarz - Neutralleiter

Beispiel einer Konfiguration eines HGÜ-Systems als Bipol



Elektrische Auswirkungen des Hybridbetriebes



01 Kurzvorstellung TransnetBW

02 Motivation

03 Theorie Hybridleitung

04 Verlustvergleich zwischen AC und DC

05 Genehmigungsverfahren für DC-Leitungen

06 Ausblick

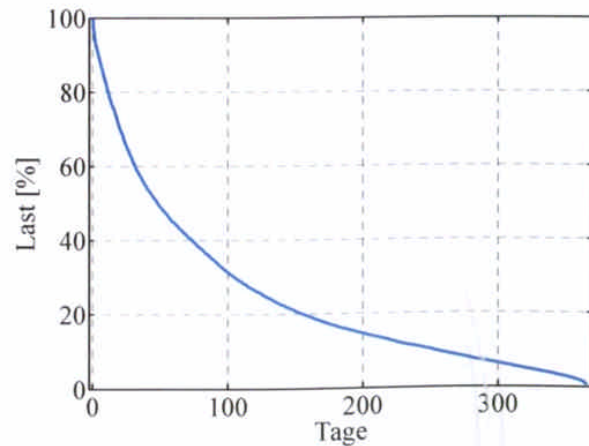
Verlustvergleich zwischen AC und DC bei identischen Randbedingungen

- Verlustvergleich unter vergleichbaren Bedingungen, d. h.
 - identische Leiter-Erd-Spannungen
 - identische Freileitungs-Leiterkonfigurationen:
4er-Bündel Al/St 560/50
- Verlustkomponenten im Vergleich:
 - Ohm'sche Verluste
 - AC-Skin-Effekt
 - AC-Korona Verluste
 - AC-Serienkompensationsverluste
 - DC-Umrichter Verluste (Annahme: DC classic, Bipol)
 - DC-Umrichtertransformator Verluste
 - DC-Kompensationsverluste an Umrichtern



Verlustvergleich zwischen AC und DC bei identischen Randbedingungen

- Übertragungsaufgabe:
 - Annahme Jahresganglinie gemäß Windeinspeisung in Deutschland 2008 als Auslastungsprofil der Leitung

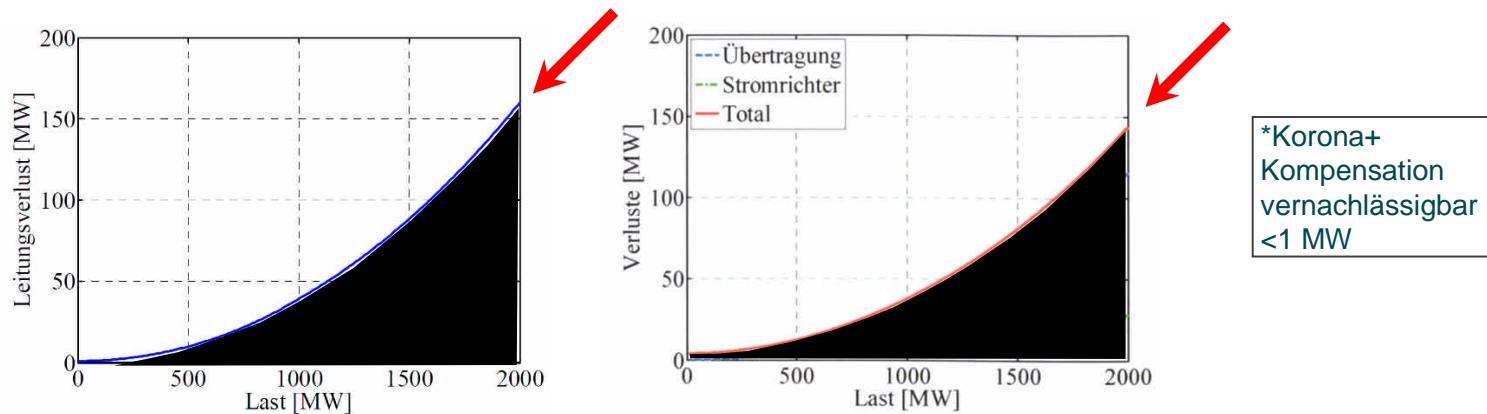


Quelle: Studie TransnetBW / ETH Zürich

- Spitzenlast 2000 MVA
- 400 km Übertragungslänge

Verlustvergleich zwischen AC und DC bei identischen Randbedingungen

— Verlustvergleich:



- Spitzenlast: AC 161 MW (8%)*
- 20%-Teillast: AC 7 MW (2%)
- Übers Jahr: AC 148 GWh/a (3,5%)

- DC 144 MW (7%)
- DC 10 MW (2,5%)
- DC 159 GWh/a (3,7%) bei 4,23 TWh/a

Verlustvergleich zwischen AC und DC bei identischen Randbedingungen

- Ergebnis:
 - Für deutsche Verhältnisse (400 km = 0,5 x Deutschland Nord-Süd), mit im europäischen Verbundnetz sinnvollen Maximalleistungen und bei identischen technischen Randbedingungen, haben AC- und DC-Systeme etwa dieselben Jahresverluste.
 - Je höher die Durchschnittliche Auslastung, desto geringer werden die Jahresverluste im DC-System.

01 Kurzvorstellung TransnetBW

02 Motivation

03 Theorie Hybridleitung

04 Verlustvergleich zwischen AC und DC

05 Genehmigungsverfahren für DC-Leitungen

06 Ausblick

Genehmigungsverfahren für Gleichstromleitungen Voraussetzungen müssen geschaffen werden

- „Schutz vor elektrischen und magnetischen Feldern der elektrischen Energieversorgung und –Anwendung“, Empfehlung der Strahlenschutzkommission, 2008, Kapitel 1.4, Gleichspannungs-Energieübertragung:

(...) Angesichts der zu erwartenden zukünftigen Entwicklung ist es erforderlich, Gleichstromanlagen in die gesetzlichen Regelungen aufzunehmen.

- Stand heute:
HGÜ-Leitungen sind in der 26. Bundesimmissionsschutzverordnung nicht berücksichtigt (Gültigkeit erst ab 16 2/3 Hz). Nach welchen Kriterien entscheiden deutsche Genehmigungsbehörden?

Genehmigungsverfahren für Gleichstromleitungen

Beispielfahrplan

- Straffer Fahrplan notwendig, wenn erste Projekte bis 2020 fertig sein sollen!

Jahr 0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7
NEP, Bundesbedarfsplan	Bundes- Fachplanung	Planfeststellung					
Vorbereitende Arbeiten/ Planungen zur Bundesfachplanung/ Planfeststellung							
	Vorbereitende Arbeiten privat- rechtl. Verhandlungen		privat-rechtliche Verhandlungen				
				Bau	Bau	Bau / IBN	(Probe)- Betrieb

01 Kurzvorstellung TransnetBW

02 Motivation

03 Theorie Hybridleitung

04 Verlustvergleich zwischen AC und DC

05 Genehmigungsverfahren für DC-Leitungen

06 Ausblick

Zukunftsaufgaben

- Errichtung von Pilotprojekten mit HGÜ-Freileitungen zur weiteren Erforschung der Beeinflussungseffekte.
- Anpassung des Vorschriftenwerks auch für Gleichstromanlagen.
- Schnelle Genehmigungsverfahren zur Umsetzung der Energiewende.
-

TRÄNSNET BW

**VIELEN DANK
FÜR IHRE
AUFMERKSAMKEIT**