

18. Vortragsveranstaltung Elektrotechnik BG ETEM

HOCHSPANNUNGS- GLEICHSTROMÜBERTRAGUNG FÜR DIE ENERGIEWENDE IN DEUTSCHLAND

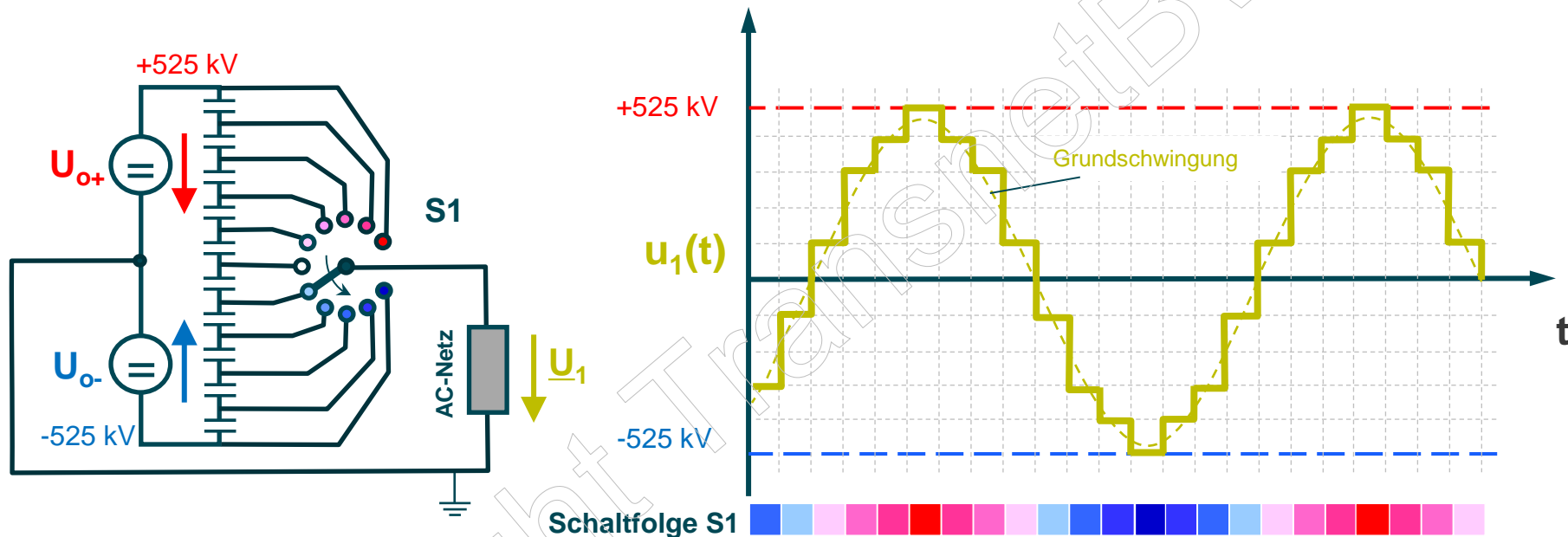
Dr.-Ing. Jochen Christian

TRANSNETBW GMBH

AGENDA

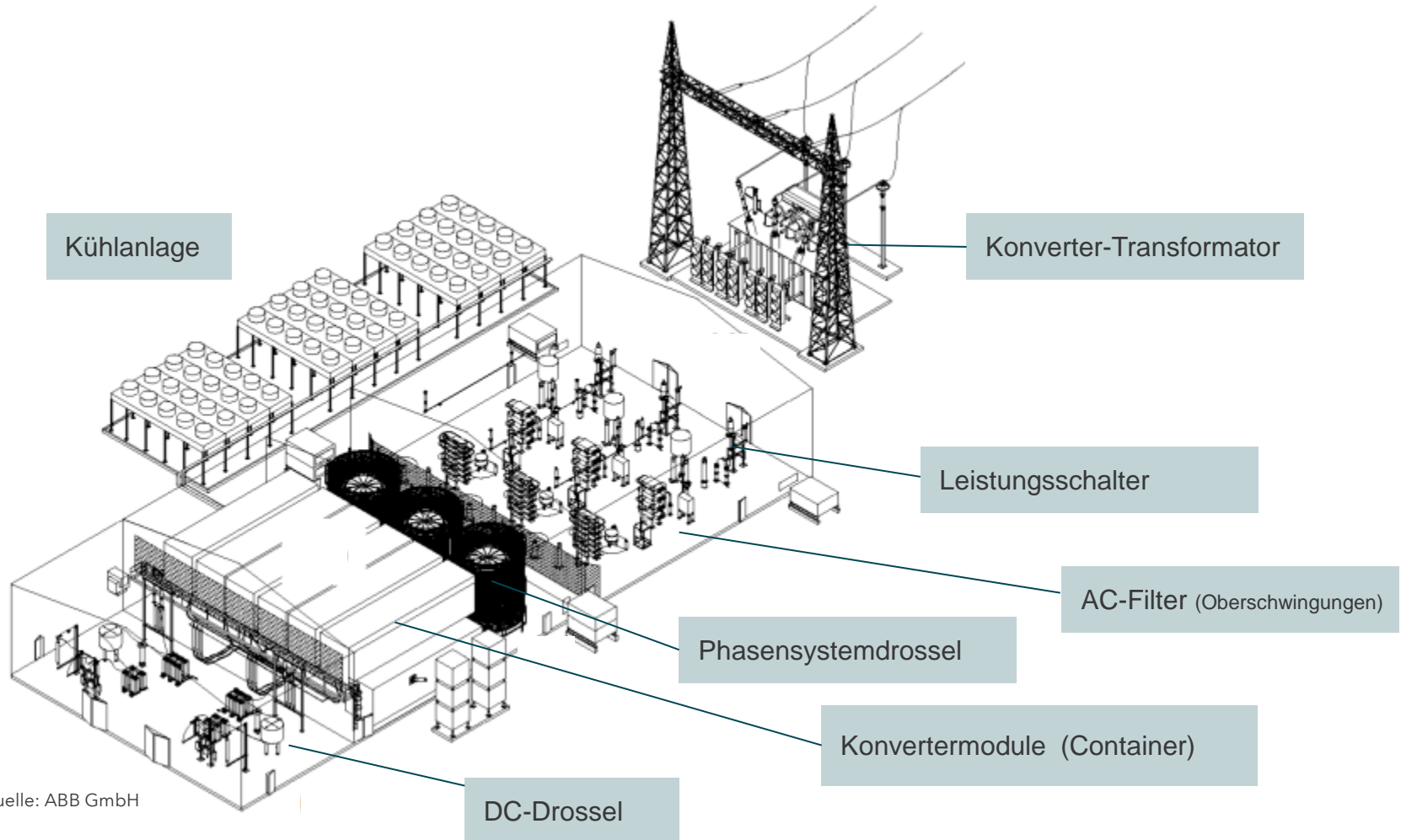
- 01 Anlagen zur Hochspannungsgleichstromübertragung
- 02 Besonderheiten von Gleichspannung und Schutzvorschriften
- 03 Planung und Akzeptanz von Stromübertragungssystemen
- 04 Auswirkungen bei Verzögerungen im Netzausbau

PRINZIP DER MEHRSTUFIGEN SELBSTGEFÜHRTEN WECHSELRICHTUNG (MODULAR MULTI-LEVEL CONVERTER - MMC)



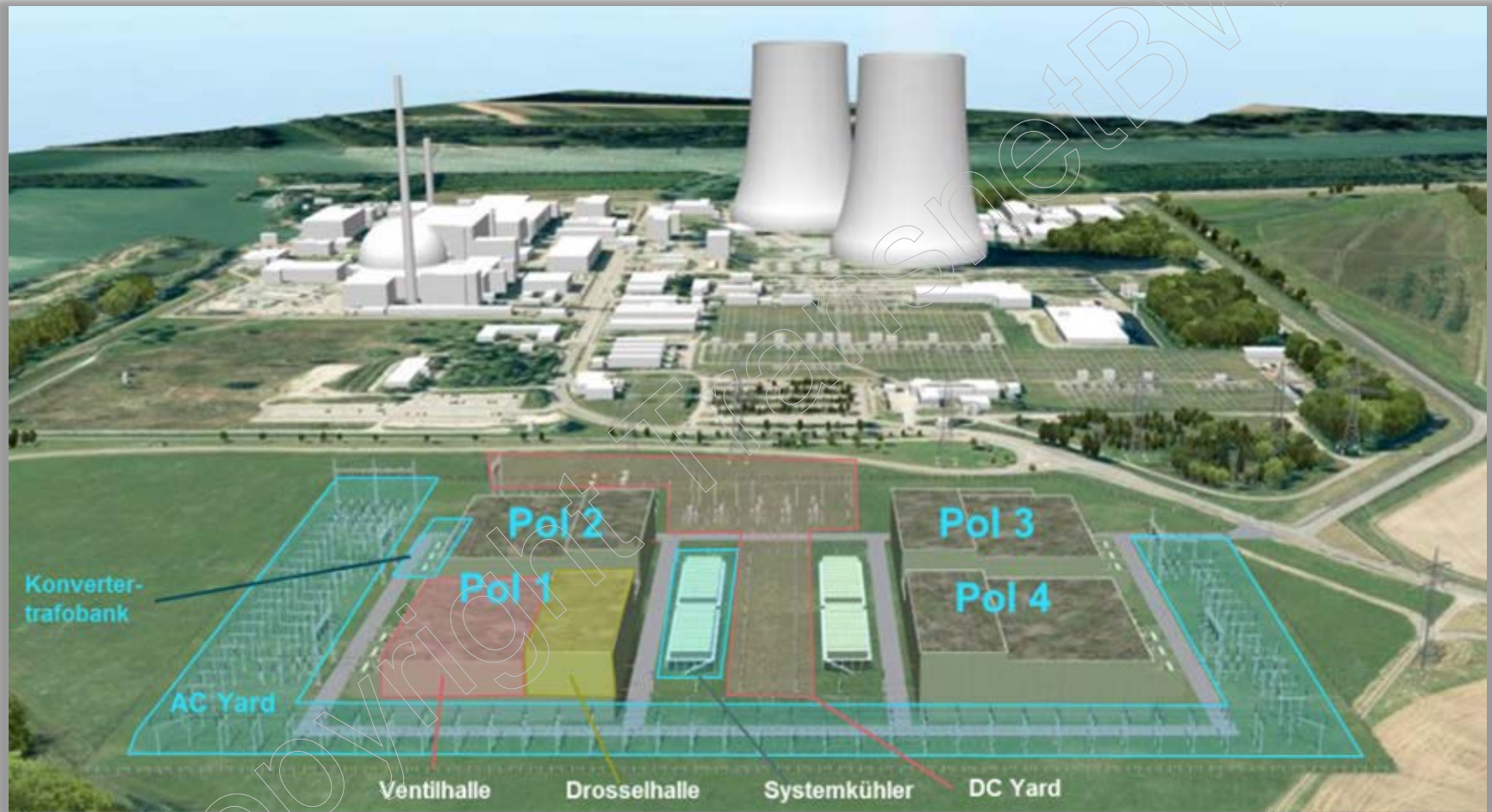
- / Abgestufte Gleichspannung ermöglicht mehrstufige Wechselrichtung
- / geringere Abweichung der Konverterspannung $u_1(t)$ zur Grundschiwingung
- / Reduktion von Harmonischen ermöglicht kleinere Filtereinrichtungen, Geräuschreduktion, Verlustoptimierung, HF-Emissionen, ...
- / $u_1(t)$ ist in Amplitude und Phasenlage unabhängig von der Netzspannung (im Regelbereich)

HGÜ-KONVERTERSTATION (SCHEMATISCH)



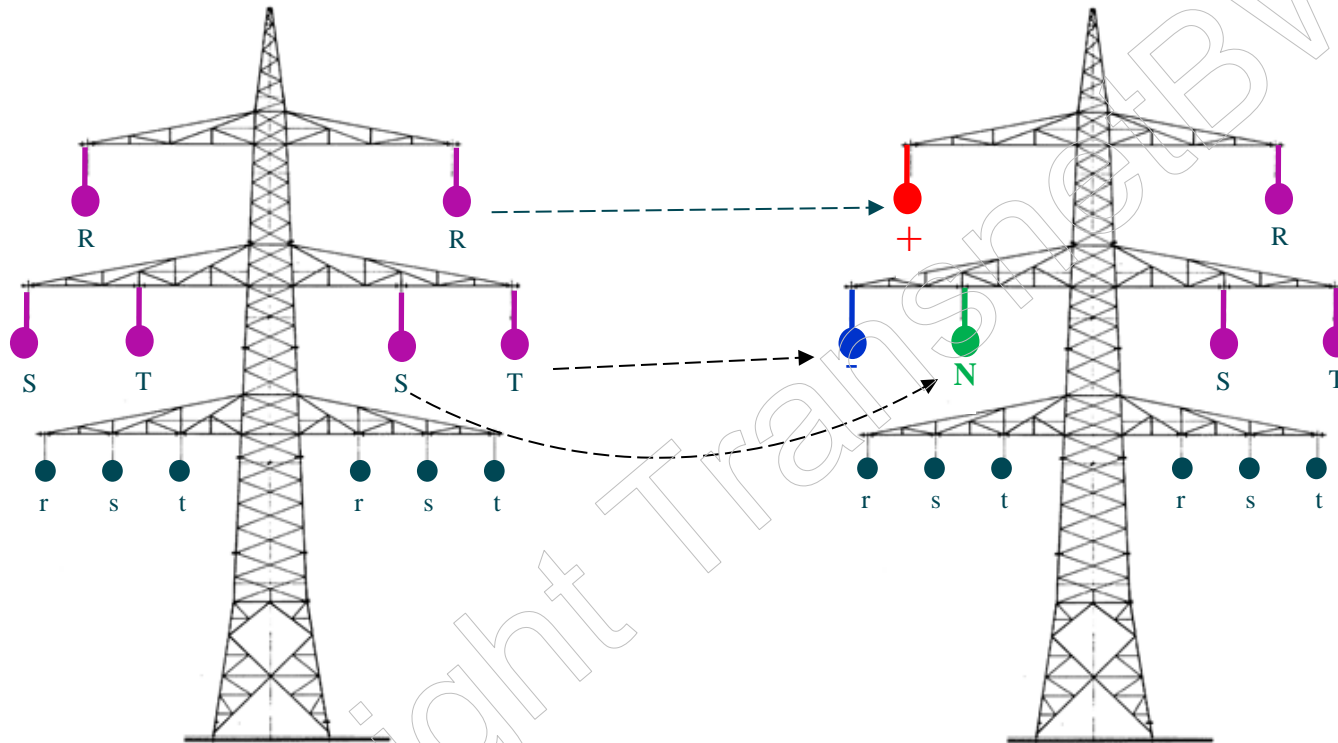
Quelle: ABB GmbH

LAYOUT EINER KONVERTERANLAGE



Designstudie Station Süd Ultranet, Doppelbipol, ± 420 kVDC, ca. 2 GW)

HYBRIDE AC/DC-ÜBERTRAGUNGSSYSTEME



Umbaumaßnahmen:

- / Isolatorketten
- / Armaturen
- / Leiterseile

Technische Herausforderungen:

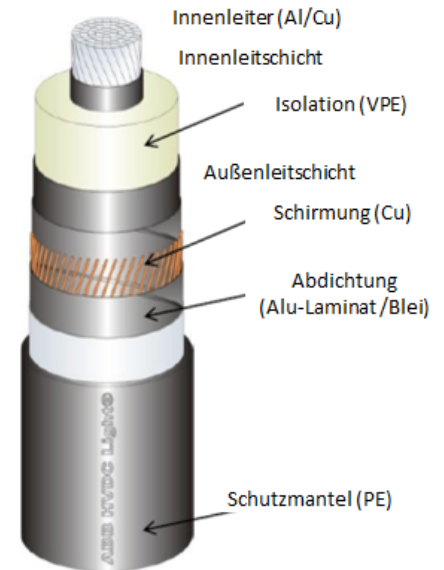
- / stationäre Interferenzen (Kopplungen DC ↔ AC, Ionenströme, ...)
- / dynamisch: Zwischensystemfehler und Schutz
- / Verdrillungskonzepte

ERDKABELSYSTEME FÜR HÖCHSTSPANNUNGEN

Doppeldrehstromsystem 380 kVAC (Amprion GmbH)



320 kVDC XLPE (ABB GmbH)

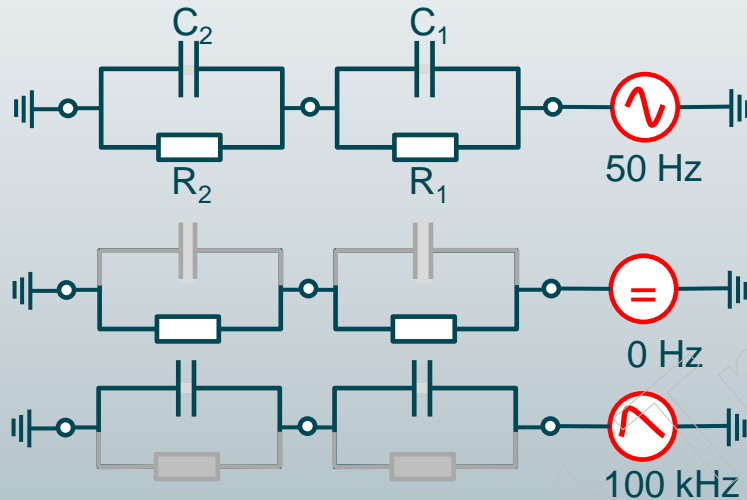


Technische Merkmale Erdverlegung (exemplarisch):

- / Grabenprofiltiefe: 2.0 ... 2.5 m
- / Baustreifen bis zu 50 m
- / separierte Lagerung von Bodenschichten
- / Sondermaßnahmen der Verfüllung möglich für verbesserte Wärmeabfuhr (z.B. Flüssigboden, ...)
- / direkte Bettung oder Verlegung in Schutzrohren
- / Erdkabelsysteme sind projektspezifisch zu dimensionieren

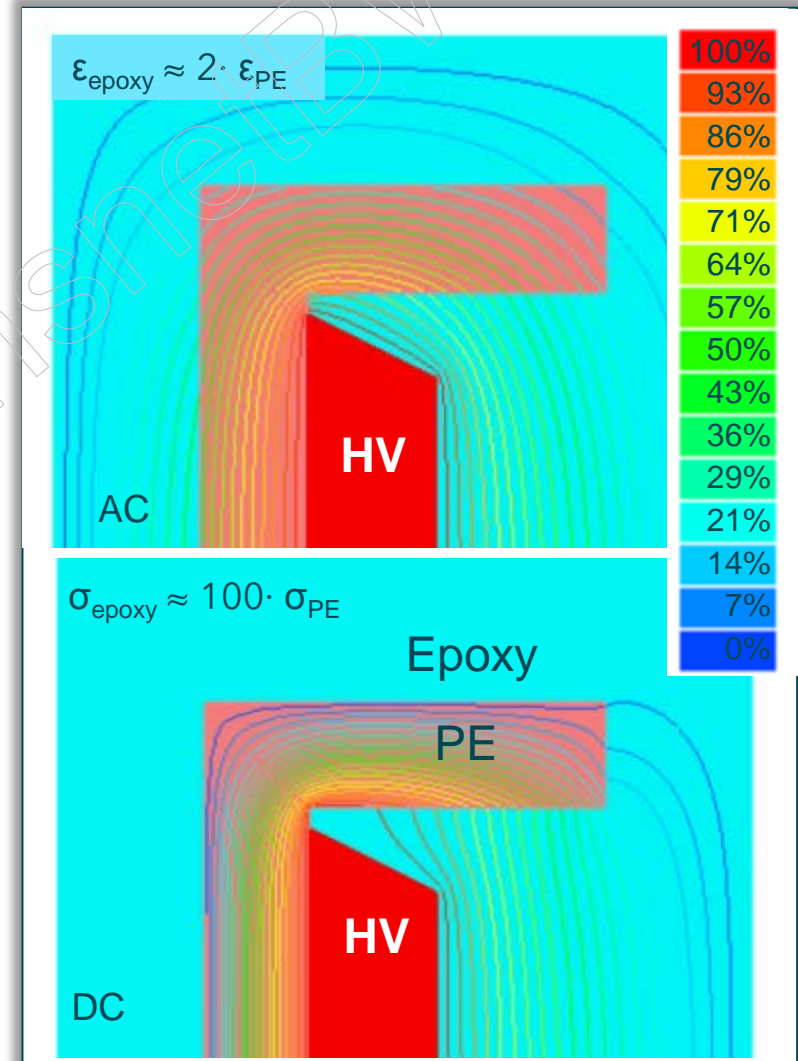
WECHSELSPANNUNG VS. GLEICHSPANNUNG

Vereinfachtes ESB für Schichtdielektrika:



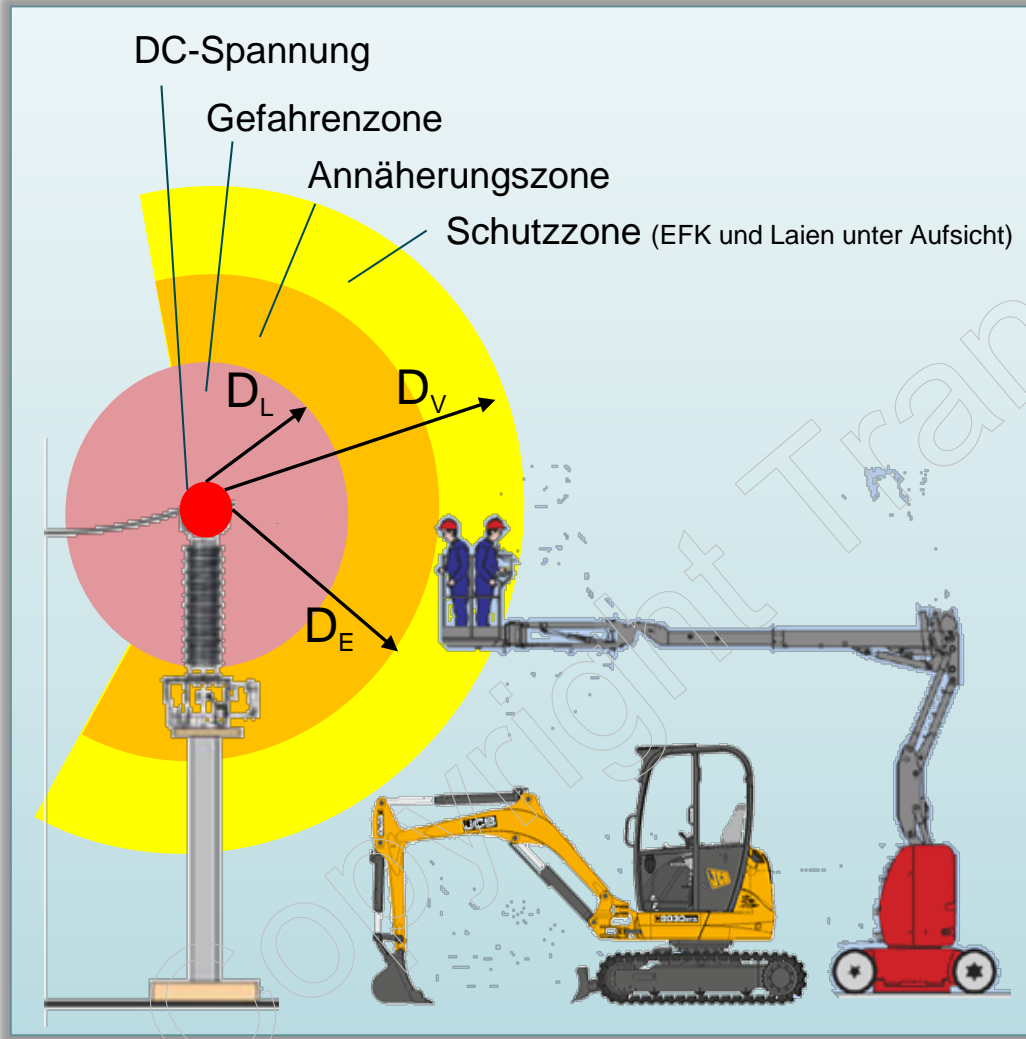
Besonderheiten bei DC-Spannung:

- / Feldverteilung durch Leitfähigkeiten bestimmt
- / Zeitkonstante für stationären Zustand bis zu mehreren Wochen
- / Feldverteilung abhängig von Temperatur, Spannung, Zeit, Feuchtigkeit, Alterung
- / Ausbildung von Raumladungen führen zu Wiederkehrspannungen nach dem Erden



Quelle: Pokryvailo, A. ; Analysing Electric Field Distribution ..., Electrimacs 2008

BETRIEB VON HGÜ-ANLAGEN

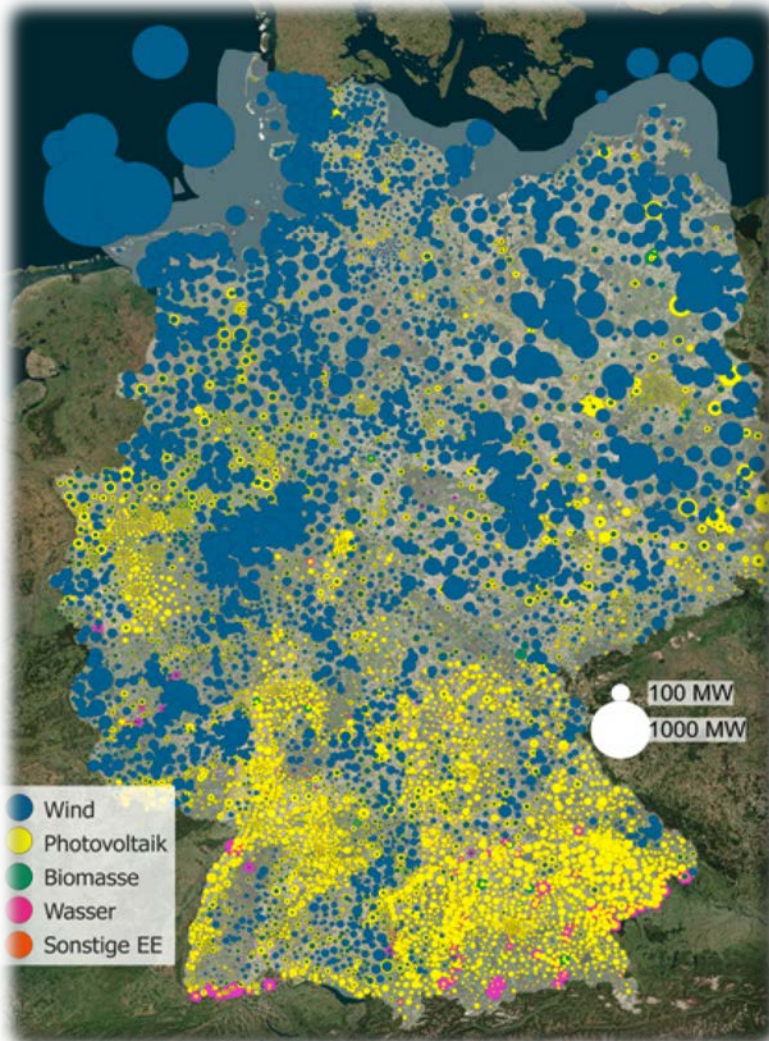


DEUTSCHE NORM		Oktober 2015
DIN VDE 0105-100 (VDE 0105-100)		DIN
eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach /DE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahren unter ummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der omation" bekannt gegeben worden.		VDE
Betrieb von elektrischen Anlagen – Teil 100: Allgemeine Festlegungen		

Schutzabstände in Luft:

DC [kV]	D_L [mm]	D_E [mm]	D_V [mm]
< 1,5	k. Berühr.	500-1500	1000-3000
150	2100	3000	4000
200	2400	3000	4000
320	3400	4400	5400
400	4100	5100	6100
550	6400	7400	8400

PROGNOSE FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN IN 2025



Kennzahlen Deutschland:

/ Installierte Leistung konv. : 69 GW

/ Installierte Leistung EE: 142 GW

Kennzahlen kumuliert BW,BY,RP,HS:

/ Erneuerbare Energien: 46 GW

/ davon installierte PV: 27 GW

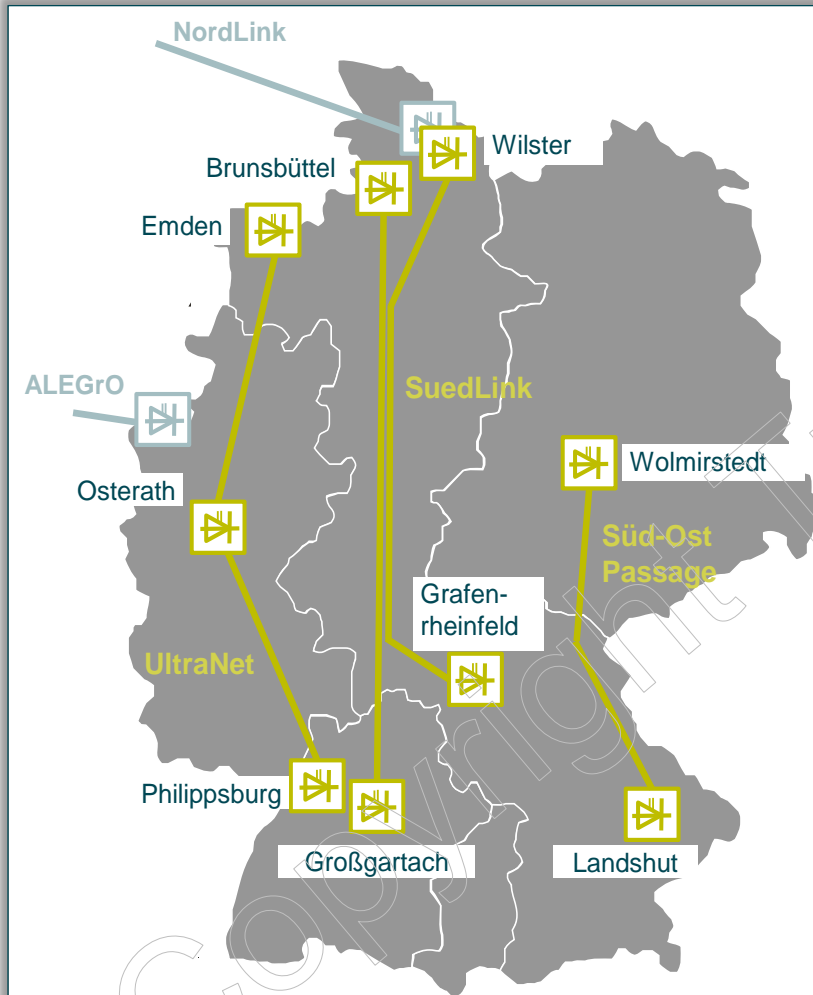
/ Konventionell: 16 GW

/ Verbrauchsband: 14-34 GW

Regionale Trennung von Erzeugungs- und Verbrauchszentren

Weiträumige elektrische Leistungs-
transfers von Nord nach Süd

FERNÜBERTRAGUNGSSYSTEME MIT HGÜ



A2: Osterath – Philippsburg (UltraNet)

Amprion und TransnetBW, 2 GW, +/- 420 kVDC, 340 km, Hybrid-Freileitung, Multi-Terminal

A1: Emden - Osterath

Amprion, 2 GW, +/- 420 kVDC, 320 km, Erdkabelvorrang, Multi-Terminal

C3: Brunsbüttel – Großgartach (SuedLink)

TransnetBW und TenneT TSO, 2.0 GW, +/- 525 kVDC, ca 650 km, Erdkabelvorrang

C4: Wilster – Grafenrheinfeld (SuedLink)

TenneT TSO, 2.0 GW, +/- 525 kVDC, ca. 500 km, Erdkabelvorrang

D1: Wolmirstedt – Isar (Süd-Ost-Passage)

50 Hertz und TenneT TSO, 2.0 GW, ca. 400 km, Erdkabelvorrang

P65: Wilster – Tonstad (NO) (NordLink)

TenneT TSO und Statnett, 1.4 GW, +/- 525 kVDC, 570 km Seekabel, 53 km Freileitung

P68 Oberzier – Lixhe (BE) (ALEGrO)

Amprion und Elia, 1.0 GW, +/- 320 kVDC 100 km Erdkabel

ÖFFENTLICHE RÜCKMELDUNGEN ZUM NETZAUSBAU



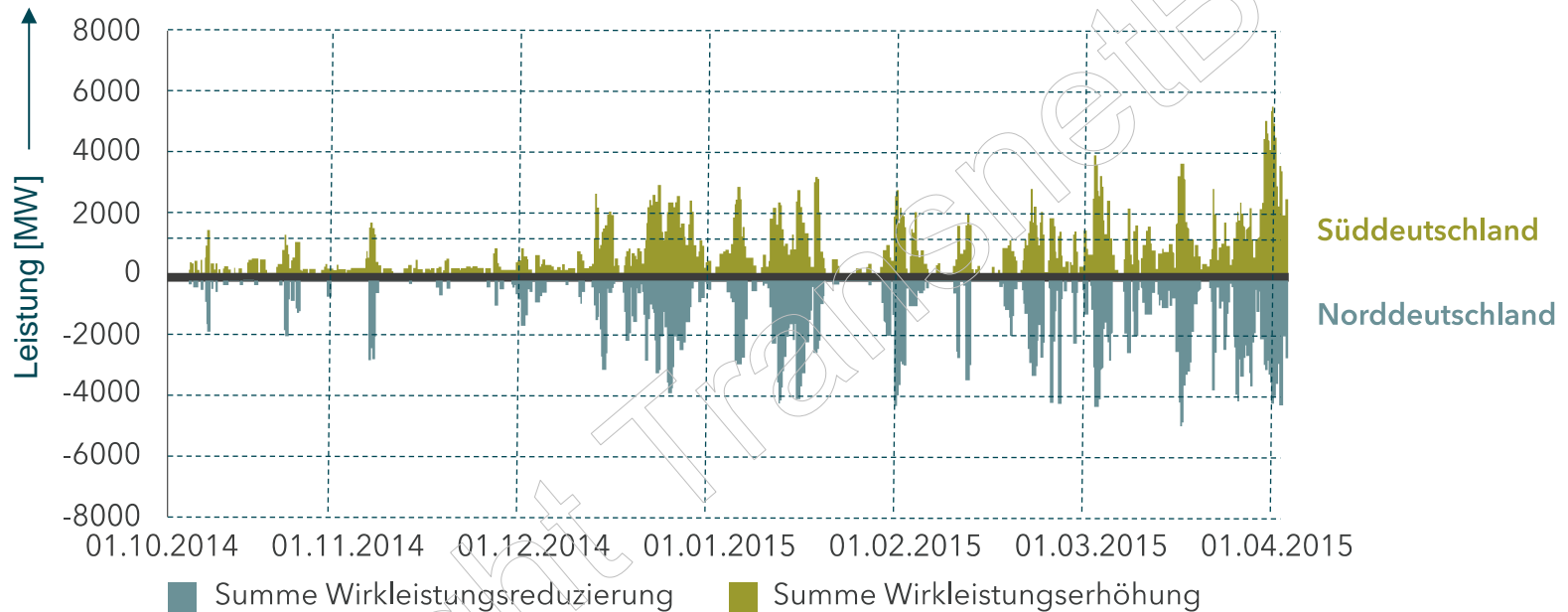
Quelle: Google.de

Merkmale:

- / objektive und subjektive Betroffenheit
- / Professionalisierung der Einflussnahme
- / enge Vernetzung von Bürgerinitiativen

WIRKLEISTUNGSANPASSUNGEN IM VERBUNDNETZ

Deutsche Verbundpartner Höchstspannungsübertragungsnetze

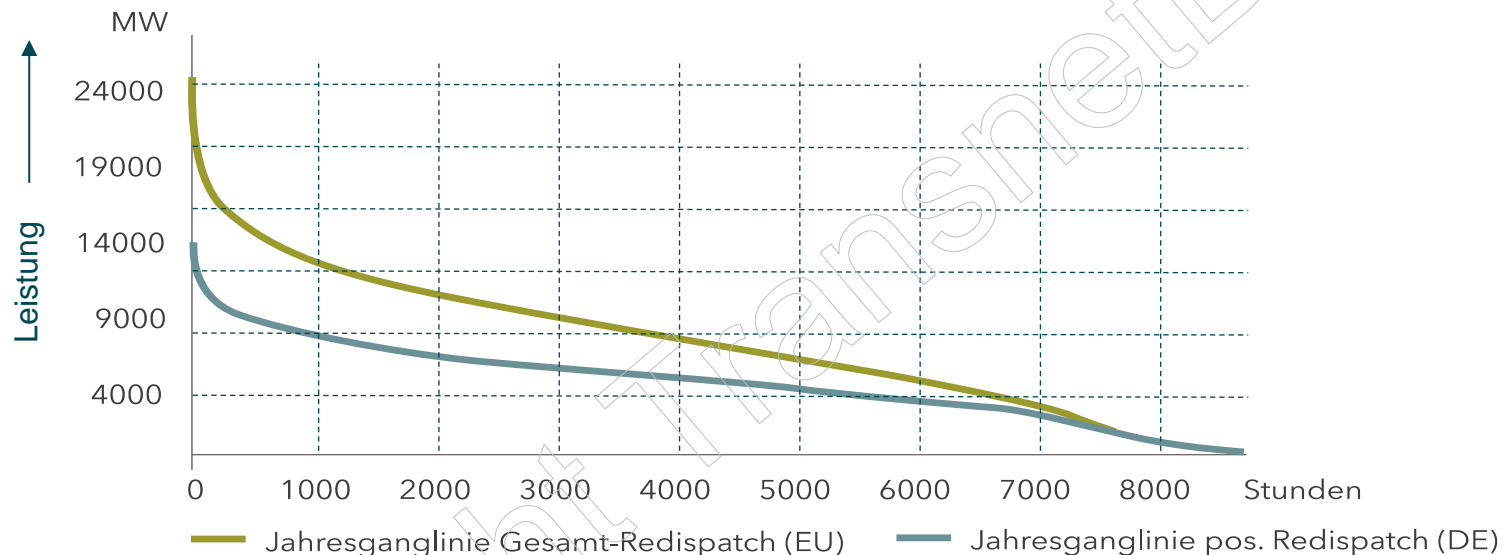


Eingriffe in den Netz- und Kraftwerksbetrieb (Redispatch):

- / Abriegelung von Windeinspeisung und Aktivierung konv. Einspeisung
- / Bedarf an Redispatch stark durch Wetterlage beeinflusst
- / Temporäre Spitzenwerte bis zu mehreren GW
- / ansteigender Trend (in 2015 ca. 1 Mrd € im deutschen Verbundnetz)

JAHRESGANGLINIEN DER NETZEINGRIFFSLEISTUNG

Prognose für 2023 der Deutschen und Europäischen Verbundpartner bei in unzureichendem Netzausbau



Prognostizierte Bilanz der Netzeingriffe 2023:

- / Spitzenwerte bis 24 GW (EU) und 14 GW (DE)
- / ca. 2/3 der Redispatch-Energie infolge deutschem Verbundnetzbetrieb
- / Redispatch wird Bestandteil des regulären Netzbetriebs
- / Vorläufig prognostizierte Kosten: 2 bis 2,5 Mrd. €/a

ZUSAMMENFASSUNG

- / HGÜ sind aktive, geregelte Anlagen der elektrischen Energieübertragung mit signifikanter technischer Komplexität
- / Arbeitsschutzmaßnahmen sind grundsätzlich mit Regelungen zu Drehstromanlagen vergleichbar
- / Ausgleichsvorgänge erfordern hohe Sorgfalt bei Einhaltung der Arbeitsschutzmaßnahmen
- / HGÜ als Maßnahme zur überregionalen elektrischen Nord-Süd-Übertragung und stabilen Netzföhrung und zur Vermeidung von Netzengepässen
- / Aufwändige Genehmigungsverfahren und fehlende öffentliche Akzeptanz sind Risiken der termin- und bedarfsgerechten Umsetzung von Netzausbaumaßnahmen
- / Fehlender Netzausbau föhrt zu Redispatch als Regelbetriebsfall mit hohen volkswirtschaftlichen Kosten

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT

DR.-ING.

Jochen Christian

TRANSNET BW GMBH
LARGE PROJECTS
DC PROJECTS
SUEDLINK TECHNICAL MANAGER

PARISER PLATZ, OSLOER STR. 15-17
D-70173 STUTTGART
☎ +49-711-21858-3232
✉ J.CHRISTIAN@TRANSNETBW.DE