

MITTELSPANNUNGS-GLEICHSTROMÜBERTRAGUNG (MGÜ) ALS INSTRUMENT DER ENERGIEWENDE

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Uwe Schichler

*Institut für Hochspannungstechnik und Systemmanagement
Technische Universität Graz
Österreich*

EnInnov 2022, 18.02.22 (online)

EnInnov2022

17. Symposium Energieinnovation | 16.02.–18.02.2022

Einleitung

WAS HABEN DIE STROMNETZE MIT DER ENERGIEWENDE ZU TUN?

Die Energiewende bedeutet den Umstieg der Energieversorgung von fossilen auf erneuerbare Energiequellen und umfasst die Sektoren Strom, Wärme, Mobilität und Industrie.



Die Energiewende verfolgt drei wesentliche Ziele:

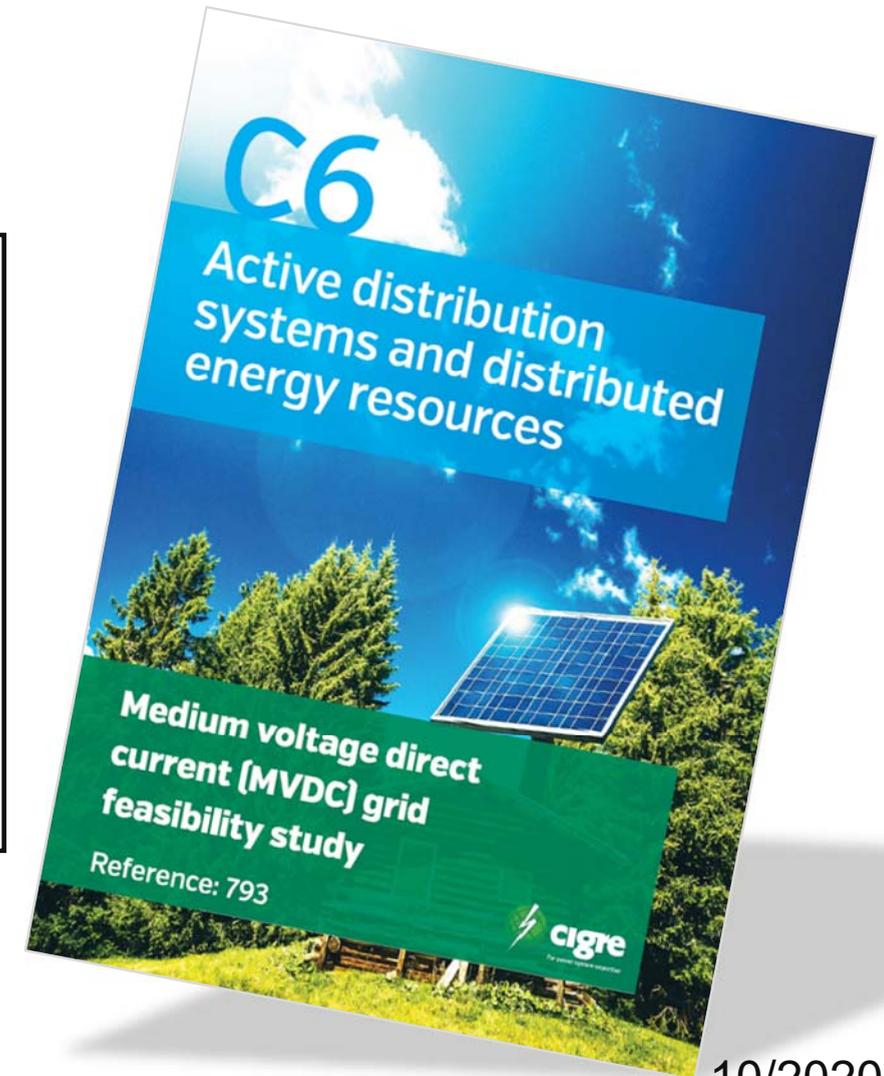
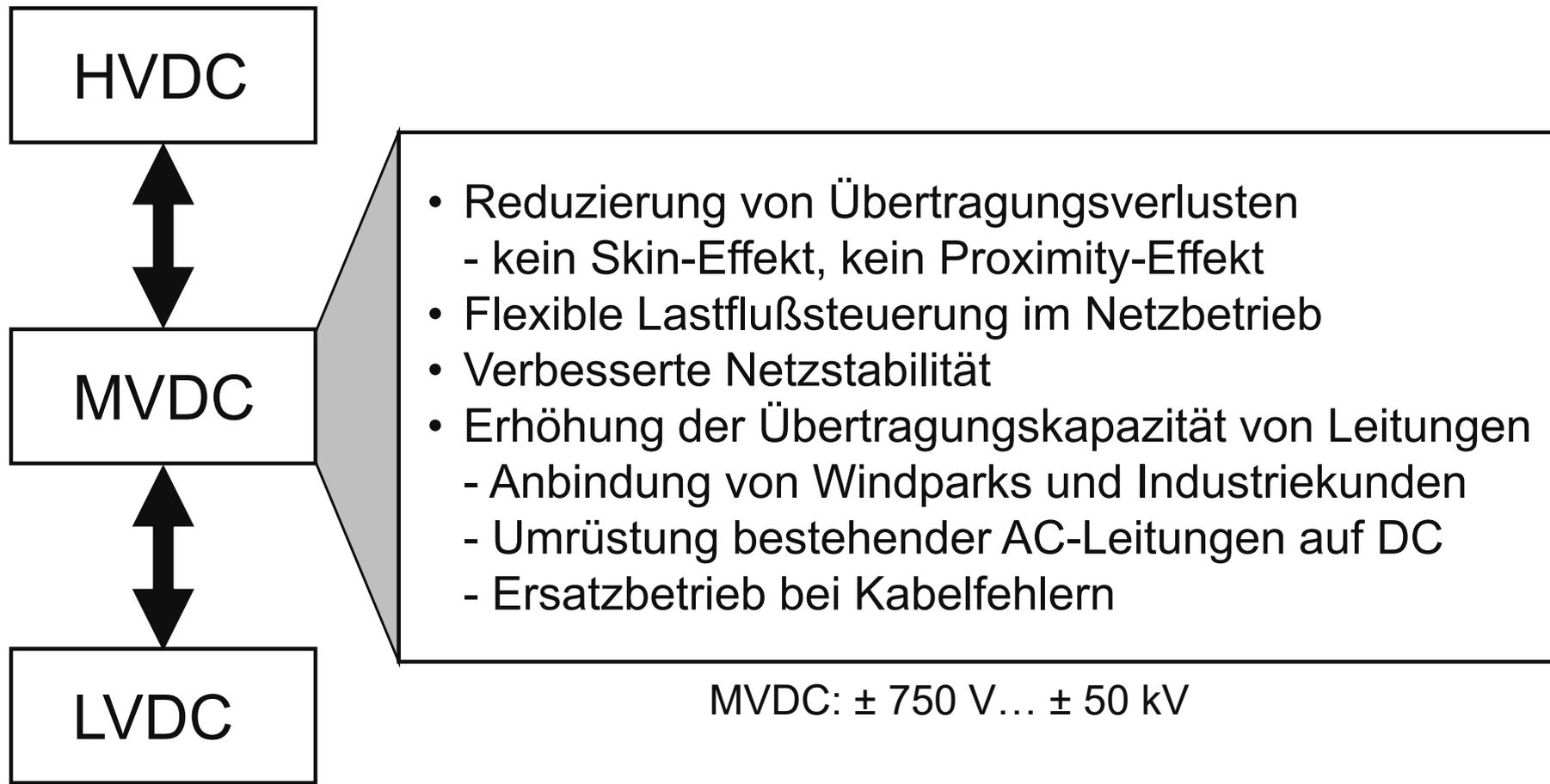
1. **Die Reduktion des CO₂-Ausstoßes durch Verbrennung fossiler Energieträger und Beitrag zur Einhaltung des globalen 1,5°C-Zieles zur Eindämmung der Klimaerwärmung**
2. **Erhöhung des nationalen Selbstversorgungsgrades durch Nutzung erneuerbarer Energiequellen**
3. **Erhöhung der regionalen Wertschöpfung durch Nutzung lokaler Ressourcen**

Bis 2030 soll die Stromversorgung Österreichs zu 100 Prozent (bilanziell) auf erneuerbare Energien umgestellt werden.

Ein Schlüsselfaktor für das Gelingen der Energiewende - also der Realisierung eines CO₂-freien Energieversorgungssystems - bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung der Versorgungssicherheit ist der rasche und ausreichende Ausbau des Stromnetzes.

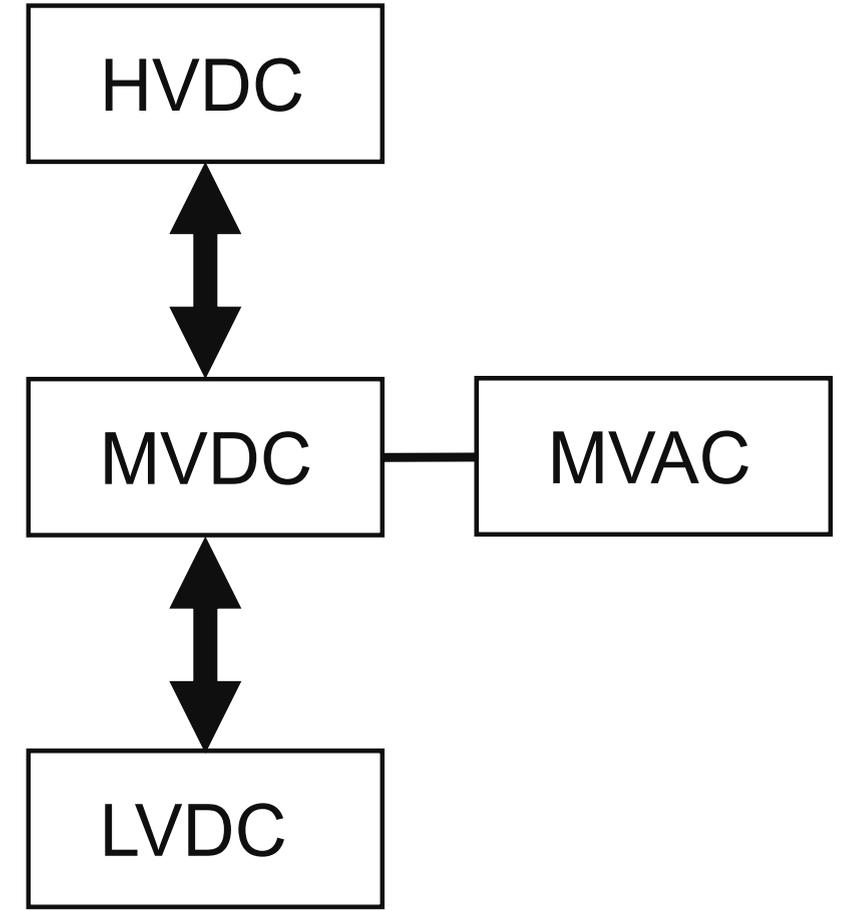
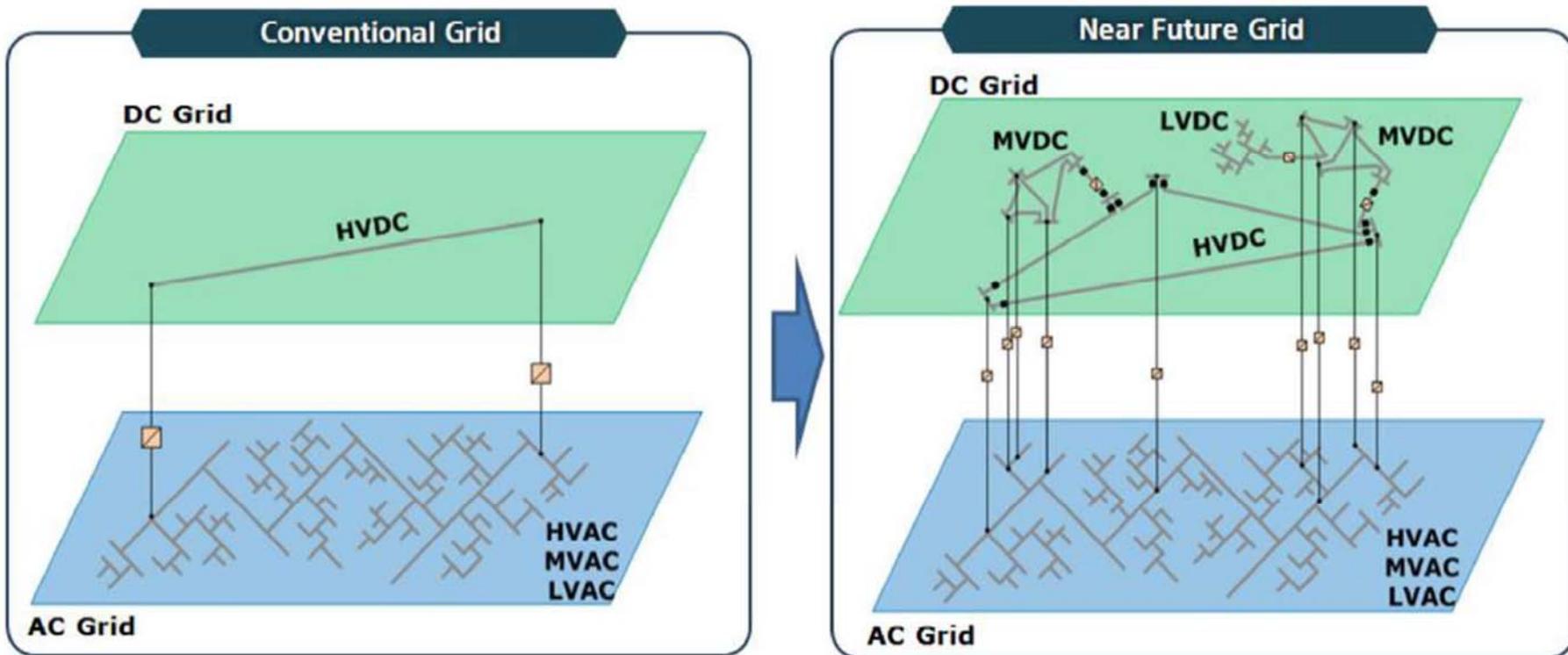


Mittelspannungs-Gleichstromübertragung (MGÜ)



10/2020

Mittelspannungs-Gleichstromübertragung (MGÜ)



...die Energiewende findet im Verteilnetz statt.

Situation in Österreich

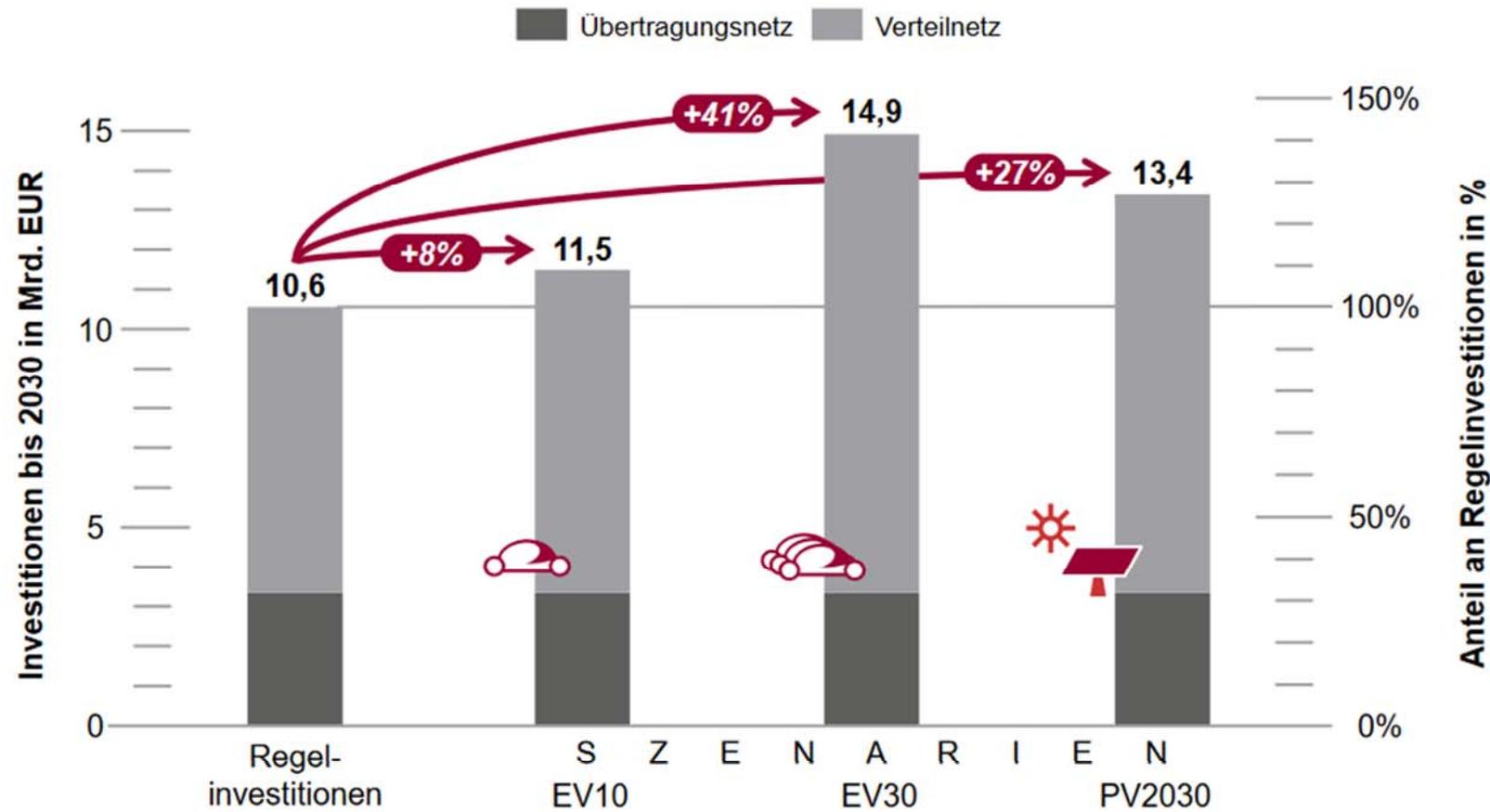


Abbildung 4: Absolute Kosten durch PV und EV bis 2030 für Österreich (Übertragungsnetz und Verteilernetz).
 Anmerkungen: Die Zusatzkosten sind in den Regelinvestitionen teilüberlappend eingerechnet. Die Zusatzkosten für PV und EV überlappen sich ebenfalls und dürfen nicht addiert werden.



11/2020

Situation in Österreich

Ergebnis der Betrachtung des Szenario „EV30“:

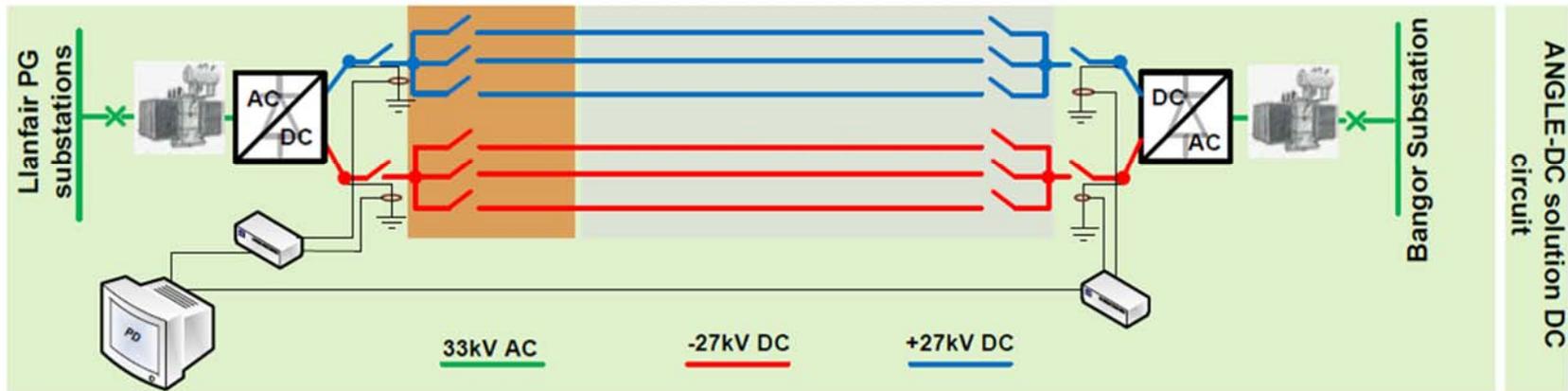
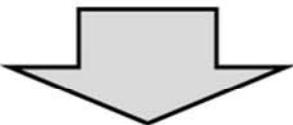
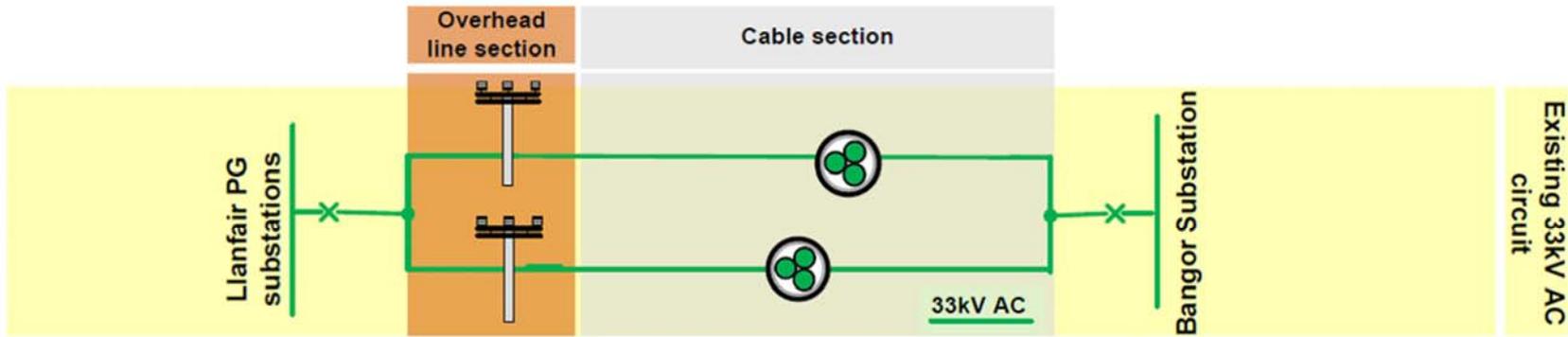
...In den Mittelspannungsnetzen führt dieses Szenario zu einer deutlichen Steigerung der Auslastung. Dies führt in vielen Netzabschnitten zu erforderlichen Netzverstärkungen bzw. Netzneubauten. Teilweise sind die Leistungsanforderungen durch Maßnahmen allein auf der Mittelspannungsebene nicht mehr zu beherrschen und neue Umspannwerke werden zur Abstützung des Mittelspannungsnetzes aus dem Hochspannungsnetz nötig. ...

...kann MGÜ ein Teil der Lösung sein?



MGÜ - Beispiele

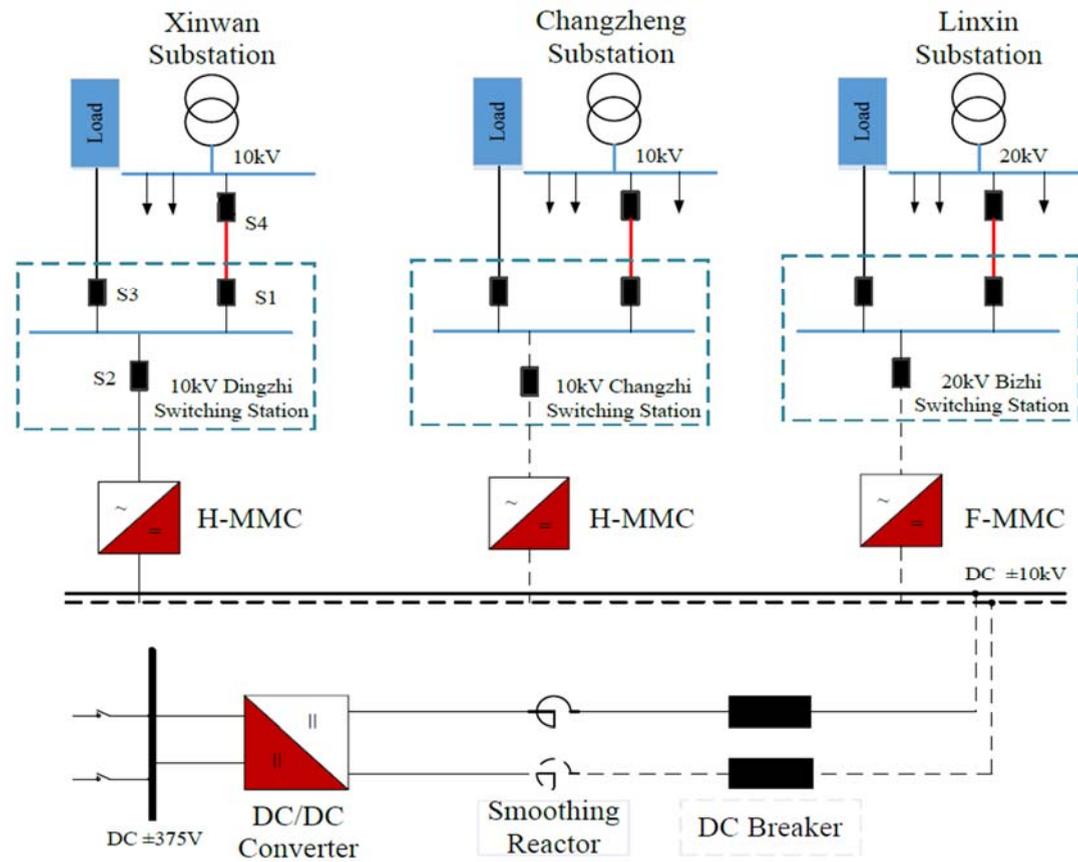
Projekt: Angle-DC, UK



Steigerung der Übertragungskapazität um 23 %

MGÜ - Beispiele

Projekt: Jiangdong flexible DC Distribution Network, Hangzhou, China



MDÜ-Kabel für MGÜ

MGÜ erfordert entsprechende DC-Komponenten, -Geräte und -Betriebsmittel

- Konverter (bzw. Dioden-Gleichrichter, DRU)
- Übertragungsleitungen (Kabel, Freileitung)

MGÜ-Kabel werden derzeit am Markt nicht angeboten

- Fokus liegt derzeit weltweit auf HGÜ-Kabeln

Forschungsprojekt „MGÜ@Netz“

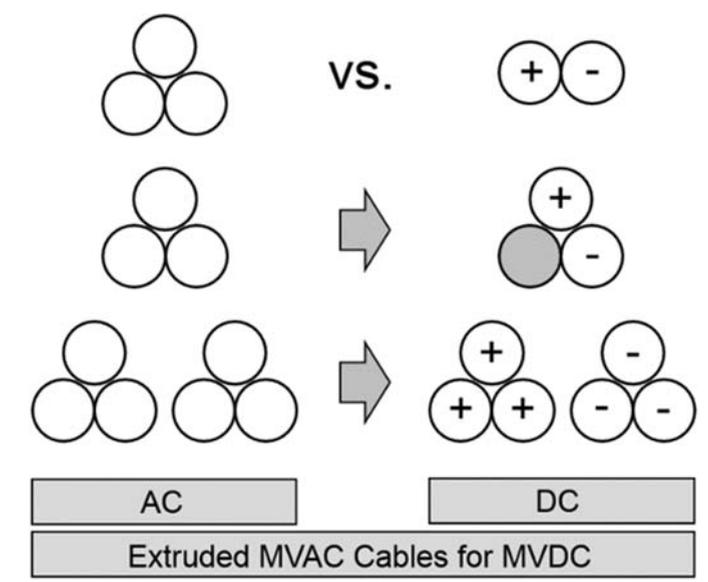
- Anwendung von MDÜ-Kabeln für die MGÜ
 - Machbarkeit >>> Wechselspannung vs. Gleichspannung
 - Vor- und Nachteile
 - Grenzen

Hintergrund: VPE-isolierte AC-Mittelspannungskabel (MDÜ) sind seit Jahrzehnten erfolgreich im Einsatz

- hohe Produktqualität, hohe Verfügbarkeit, preisgünstig

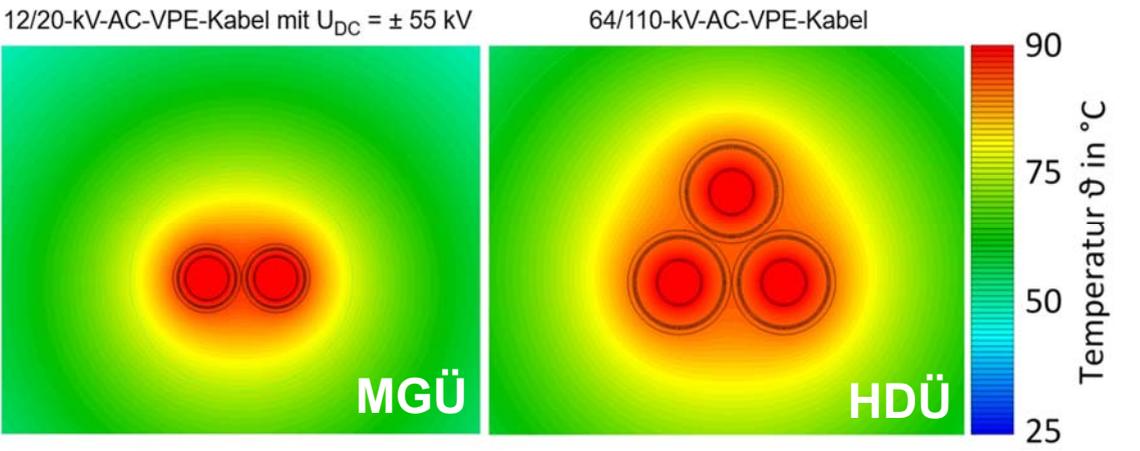
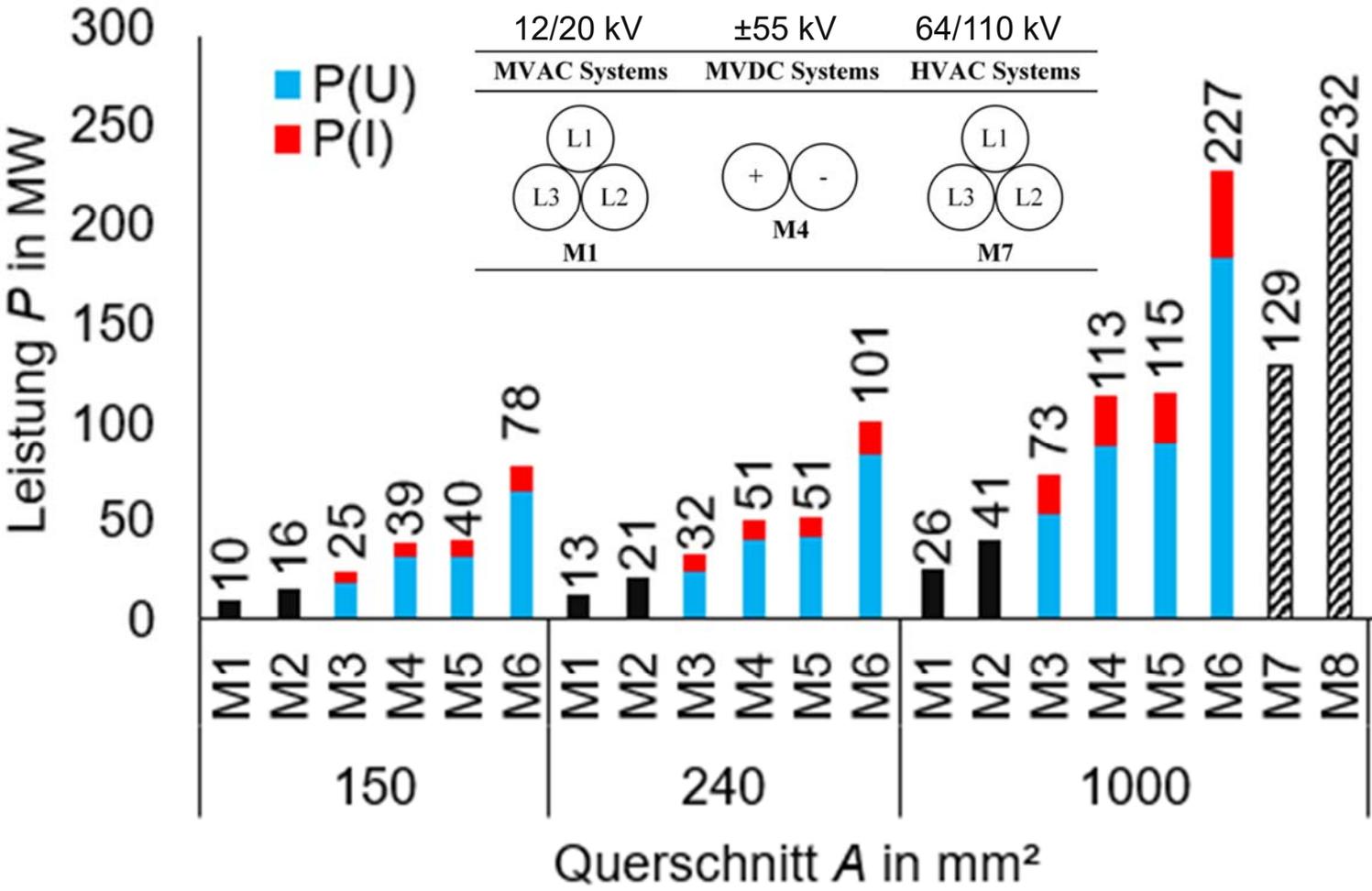
Ansatz: 12/20-kV-VPE-AC-Kabel werden eingesetzt für ±55-kV-MGÜ

Betriebsfeldstärke von 2,2 kV/mm (AC) ändert sich auf 10,0 kV/mm (DC)



DRU: Diode Rectifier Unit

MDÜ-Kabel für MGÜ - Übertragungskapazität

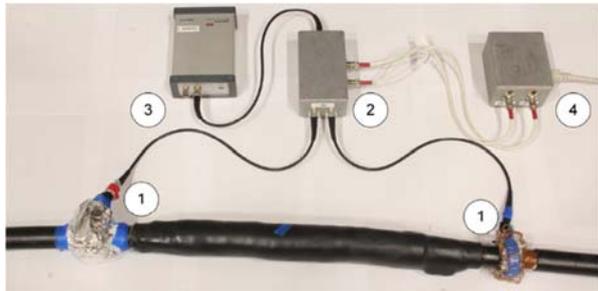
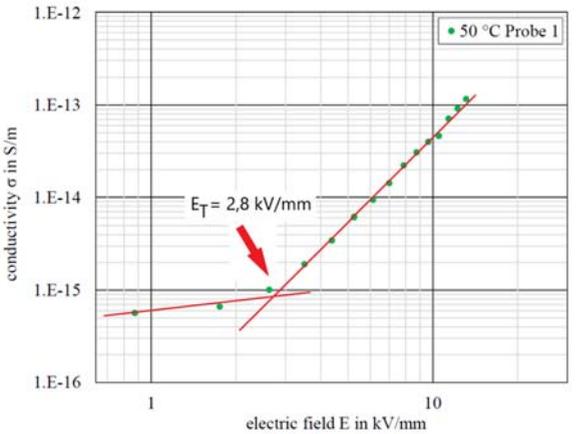
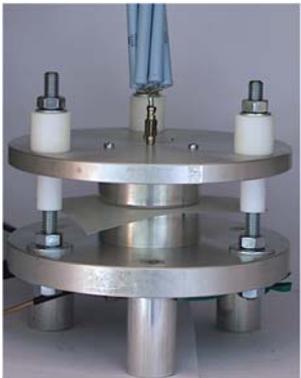
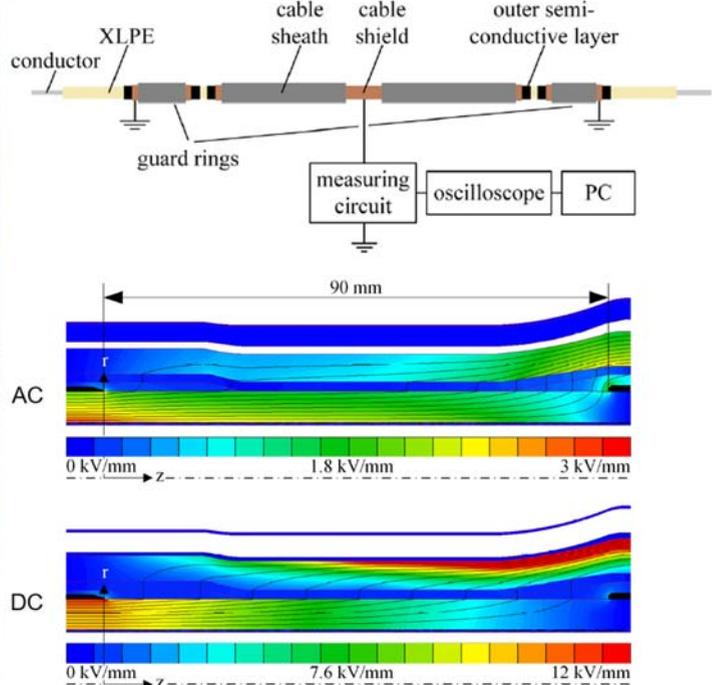
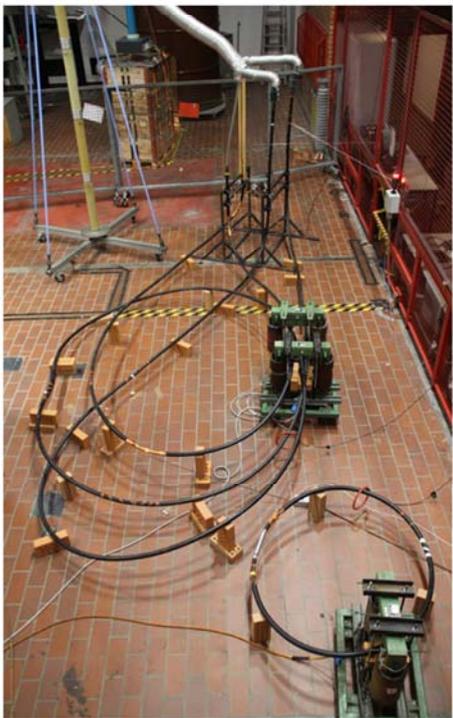
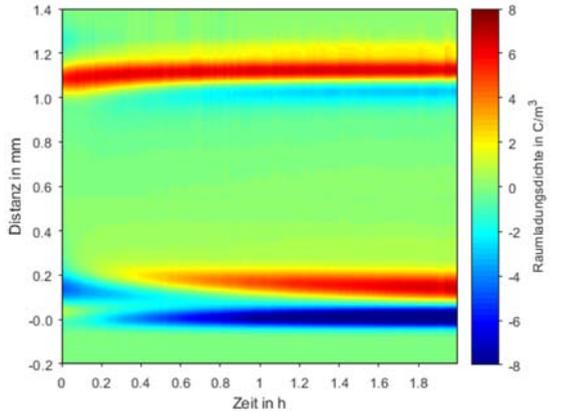
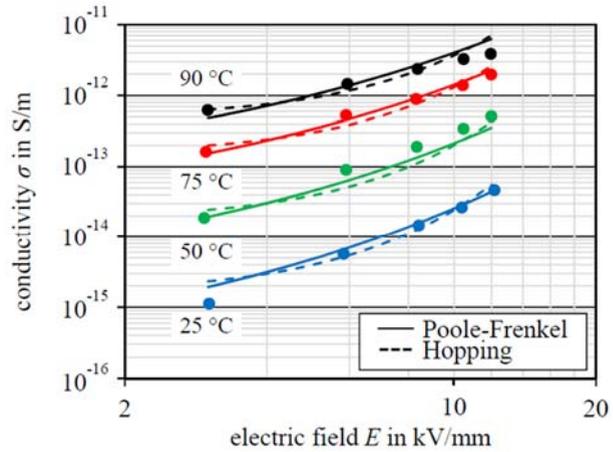


$$\frac{P_{DC}}{P_{AC}} = \frac{2 \cdot U_{DC} \cdot I_{DC}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi}$$

= 4,3
= 0,9

auf Basis gleicher 12/20-kV-AC-Kabel
Vergleich ±55-kV-MGÜ mit 110-kV-System

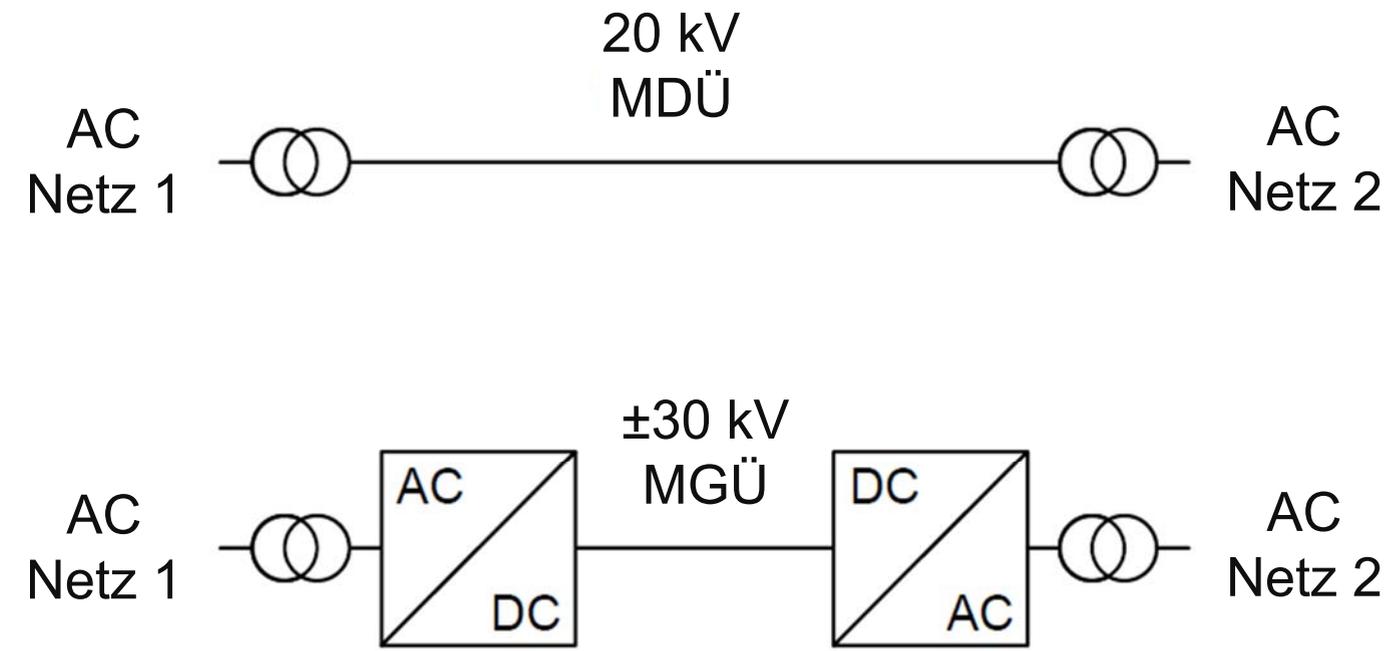
MDÜ-Kabel für MGÜ - Prüfungen/Simulationen



Alle notwendigen IEC-Prüfungen wurden bestanden!

Kostenstruktur von MGÜ-Kabelstrecken

Punkt-zu-Punkt Verbindung

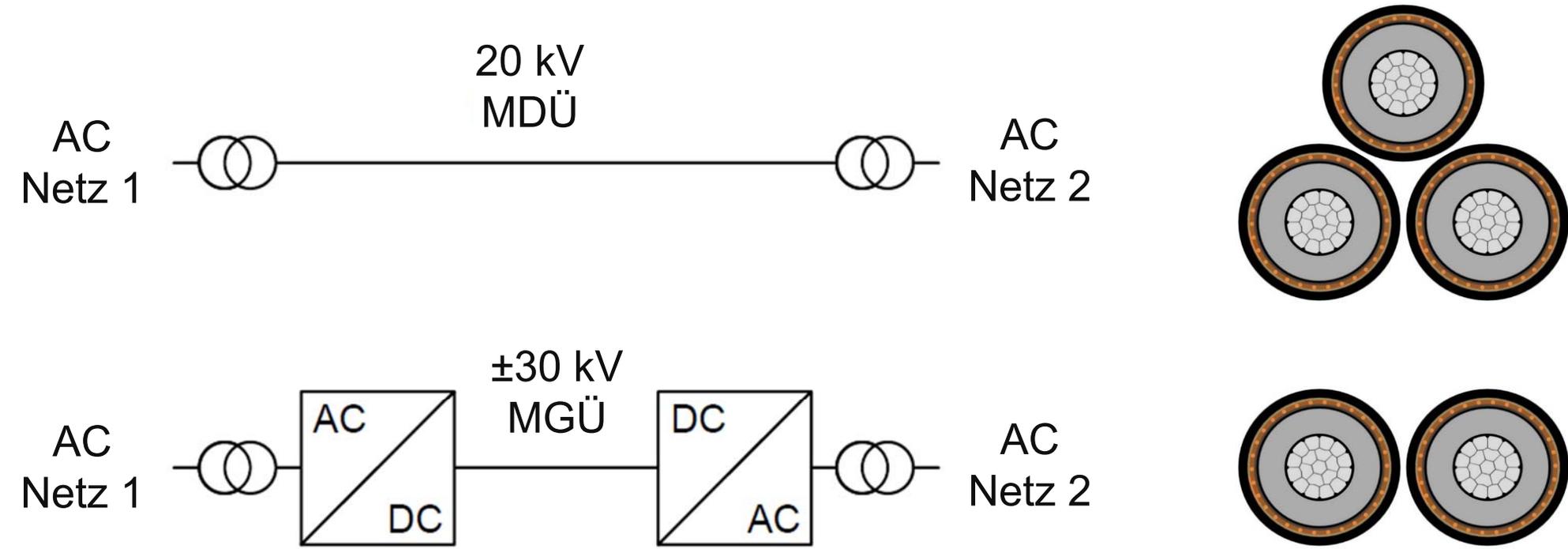


- Investitionskosten (Euro)
- Kabel
 - Garnituren
 - Trassenkosten
 - Kabelverlegung
 - Planungskosten
 - **Konverter**
- Verlustkosten (Euro/(kWh-a))
- Verlustkosten Kabel (Übertragungsverluste)
 - **Verlustkosten Konverter (Konversionsverluste)**
- Netzverluste-Kostensatz in AT
- 0,07 €/kWh in 2022

...Reduzierung der Verlustkosten durch MGÜ?

Kritische Entfernung für MGÜ-Kabelstrecken auf Basis der Verlustleistung

Punkt-zu-Punkt Verbindung: 20-kV-MDÜ im Vergleich zu einer ±30-kV-MGÜ



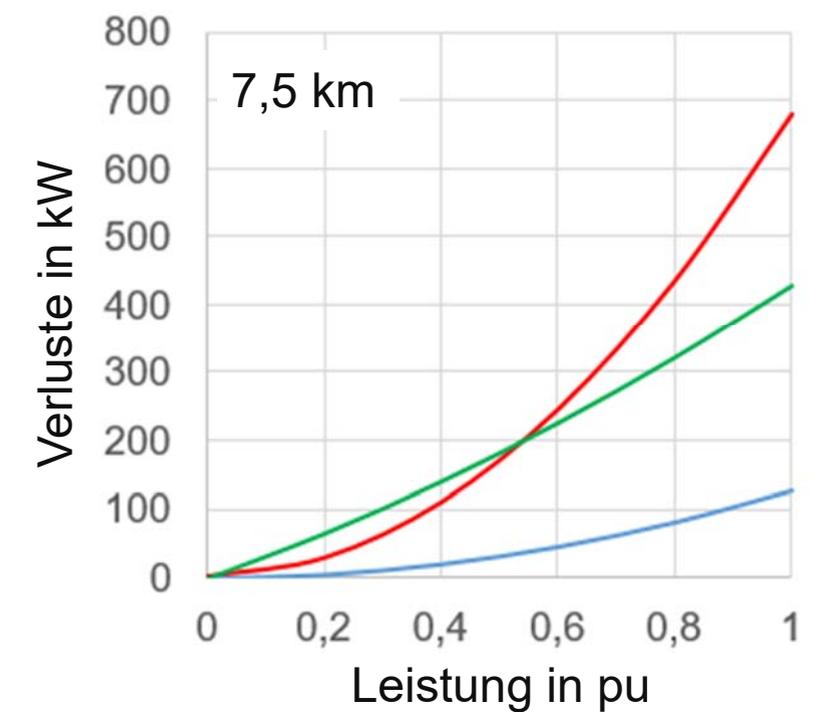
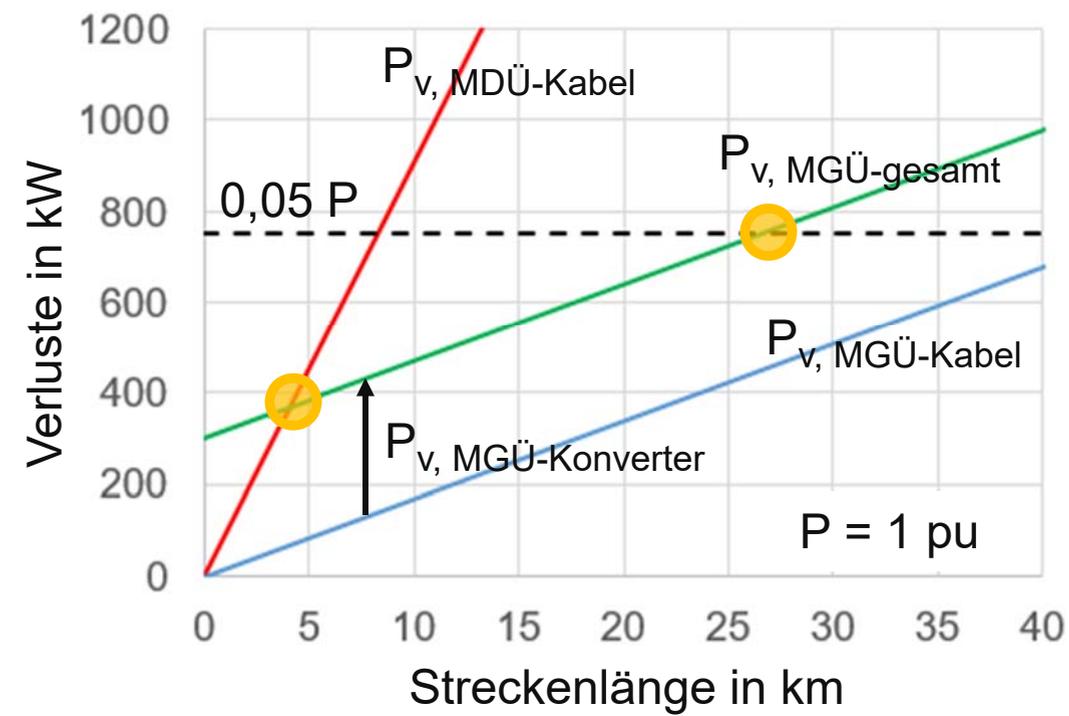
Identische
12/20-kV-VPE-Kabel
„Nimm 2 statt 3“

Beispiele: 240 mm², Alu P = 15 MW und 1.000 mm², Alu P = 30 MW

Kritische Entfernung für MGÜ-Kabelstrecken auf Basis der Verlustleistung

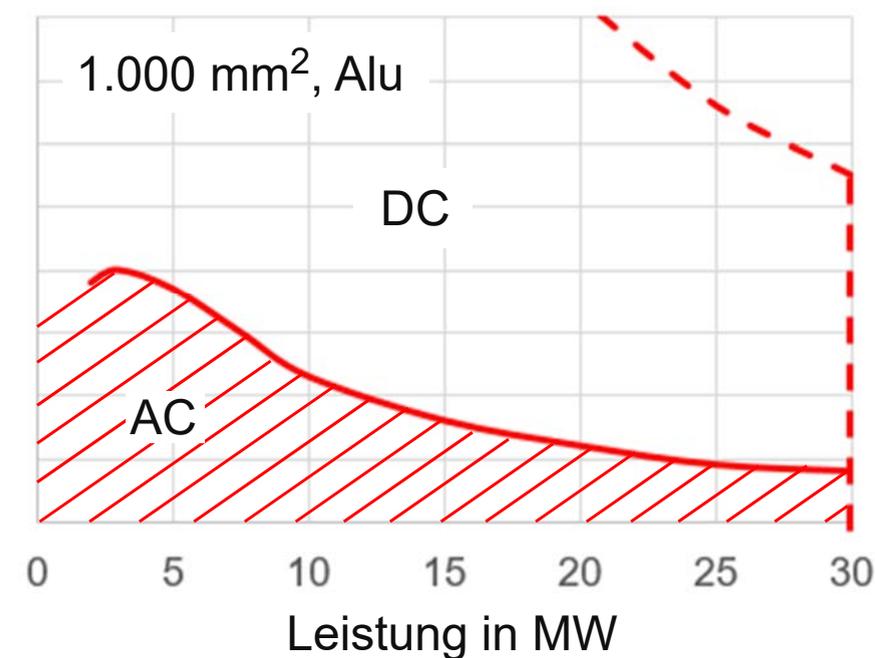
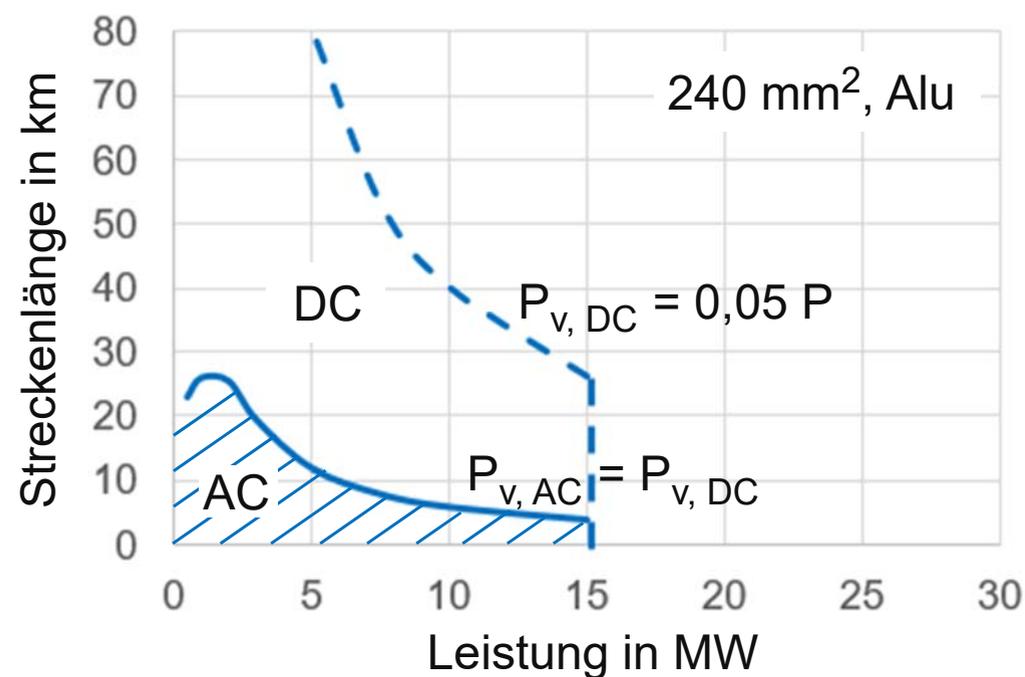
Punkt-zu-Punkt Verbindung: 20-kV-MDÜ im Vergleich zu einer ±30-kV-MGÜ

P in MW	15
U _{ac} in kV	20
±U _{dc} in kV	30
I _{ac} in A	433
I _{dc} in A	250
AC-Leiter in mm ²	240
DC-Leiter in mm ²	240
R' _{ac} in Ohm/km	0,161
L' in mH/km	0,36
C' in µF/km	0,31
R' _{dc} in Ohm/km	0,1354
P _{v,konverter,gesamt} in %	2



Kritische Entfernung für MGÜ-Kabelstrecken auf Basis der Verlustleistung

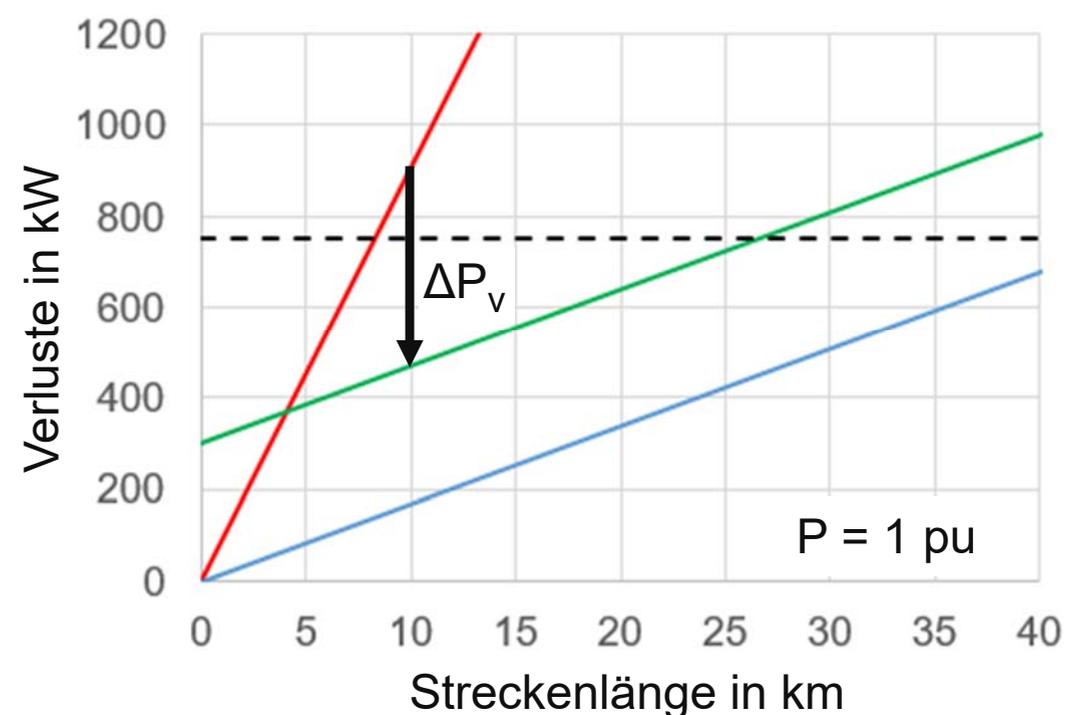
Punkt-zu-Punkt Verbindung: 20-kV-MDÜ im Vergleich zu einer ± 30 -kV-MGÜ



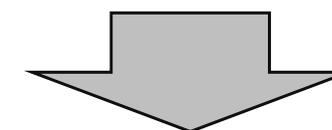
Kostenstruktur von MGÜ-Kabelstrecken

Punkt-zu-Punkt Verbindung: 20-kV-MDÜ im Vergleich zu einer ± 30 -kV-MGÜ

P in MW	15
U _{ac} in kV	20
$\pm U_{dc}$ in kV	30
I _{ac} in A	433
I _{dc} in A	250
AC-Leiter in mm ²	240
DC-Leiter in mm ²	240
R' _{ac} in Ohm/km	0,161
L' in mH/km	0,36
C' in μ F/km	0,31
R' _{dc} in Ohm/km	0,1354
P _{v,konverter,gesamt} in %	2



$$\Delta P_v = 440 \text{ kW}$$



270 kEuro/a ($m = 1,0$)
190 kEuro/a ($m = 0,7$)

Investitionskosten
für Konverter: ca 60 €/kW
= 1,8 MioEuro (2 Stück)

Investitionskosten
für 1 x DRU + 1 x Konverter
= ca. 1,2 MioEuro

**Reduzierung der Netzverluste bzw. Verlustkosten durch MGÜ!
(Teil)-Finanzierung der Konverter!**

Situation in Österreich - OVE-Initiative

Was braucht es, um DC-Technologie in Österreich weiterzuentwickeln?

- Bündelung der österreichischen Aktivitäten an Universitäten, Hochschulen und Forschungseinrichtungen unter Einbezug von Industrie, Gewerbe und Energiewirtschaft mit dem Ziel, entsprechende Innovationsprojekte und Pilotanlagen für DC-Anwendungen bzw. für DC-Netze aufzubauen
- Zusammenarbeit mit BMK, Klimafonds, FFG und FWF zur Etablierung entsprechender Fördermöglichkeiten im Bereich DC-Technologie in Abstimmung mit europäischen Aktivitäten
- Unterstützung der österreichischen Industrie- und Gewerbebetriebe durch Referenzen für DC-Anwendungen und Qualifizierung von Komponenten und Systemen sowie als Beitrag zur Technologie-Souveränität durch nationales Know-how („Fit für DC-Technik und den internationalen Markt dafür“)
- Wissensvermittlung zur DC-Technologie und Aufbau einer österreichischen „DC-Community“
- Aktive Mitwirkung zur Etablierung entsprechender Normen und Standards



www.ove.at/fileadmin/user_upload/Presse/2021/OVE_DC_Initiative_Executive_Summary_07_21.pdf

07/2021

MGÜ-Teststrecke in Österreich

Netzausbau in der Mittelspannung

- Notwendige Weichenstellungen für erforderliche Maßnahmen

Einsatz und Erprobung neuer Technologien

Innovationsland Österreich

MGÜ-Teststrecke bildet eine universelle Plattform für Forschung, Entwicklung und Ausbildung

- Universitäten/Hochschulen
- Hersteller
- Netzbetreiber

...und europäisches DC-Testzentrum für LVDC/MVDC



steht als Forschungspartner bereit!

