

GEMEINSAME BETRACHTUNG DER SYSTEM- UND TECHNOLOGIEFRAGEN VON GLEICHSTROMTECHNIK IN EU-PROJEKT HYPERRIDE

17. Symposium Energieinnovation 2022, TU Graz (Online)

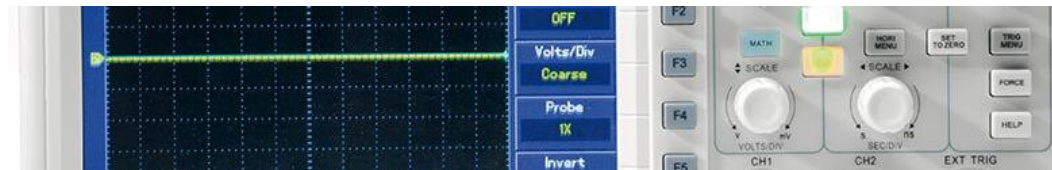
Friederich Kupzog, Gerhard Jambrich, Helfried Brunner

Center for Energy

Competence Unit Electrical Energy Systems

Warum MV/LV Gleichstromtechnik?

- Steigende Spannungsfestigkeit & Schaltfrequenzen von Leistungselektronik-Komponenten = „Edison´s missing link“ für den Feststofftransformator (kein Öl, weniger Eisen, Kupfer/Alu)
- DC-Systeme erlauben höhere Spannungen als AC-Systeme und eine bessere Ausnutzung der Leiterquerschnitte, d.h. höhere Anschlusskapazitäten und Schwermetalleinsparungen
- Systemkopplung erneuerbarer Energien vereinfachen
- Energieeffizienz steigern, z.B. in Energiegemeinschaften, Ladeinfrastruktur für E-Fahrzeuge, industrielle Energieversorgungen
- HVDC inzwischen weit verbreitet, Vermaschung aufkommend
- MV/LV-DC-Anwendungen in der Automatisierungstechnik, der Elektromobilität und der Energieversorgung



Forschung und Umsetzung

Elektromobilität, MV und LV AC/DC Hybridnetze, Umrichter

Labors

Hochstrom, Hochspannung, SmartEST, Leistungselektronik

Projekt ADC Labs mit TU Graz, siehe E&I 8/2020

Gremien und Netzwerke

CIREC Working Group 2019-1/2021-1 DC distribution networks (Convener gerhard.jambrich@ait.ac.at)

OVE DC Initiative (gemeinsam mit TU Graz, TU Wien, FH OÖ, Industrie, Netzbetrieb)



Testing of DC Chargers



Hybrid DC/AC LV
Networks



High Power DC Testing



Power Electronics Laboratory

H2020 Projekt HYPERIDE

Überblick

DC – AC/DC Hybridverteilnetze für eine modulare, resiliente Netzentwicklung mit hohem Anteil and Erneuerbaren (Mittel- und Niederspannung)

- Programme “A single, smart European electricity grid”, Innovation Action (IA)
- Laufzeit 4 Jahre (10/2020 - 09/2024)
- 7 Mio Euro Förderung

Bereitstellung von drei (virtuell verbundenen) Demonstrationen

- EPFL Campus (Schweiz),
- RWTH Aachen Campus (Deutschland)
- Verteilnetz ASM TERNI (Italien)



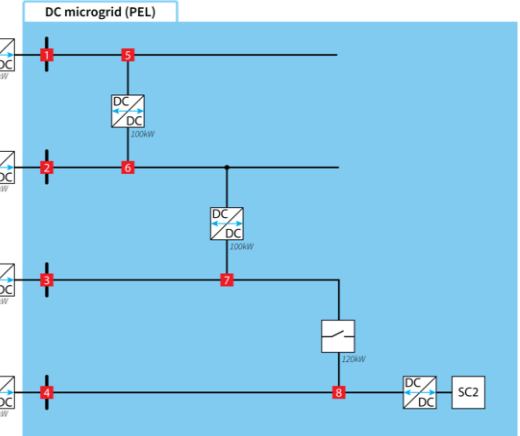
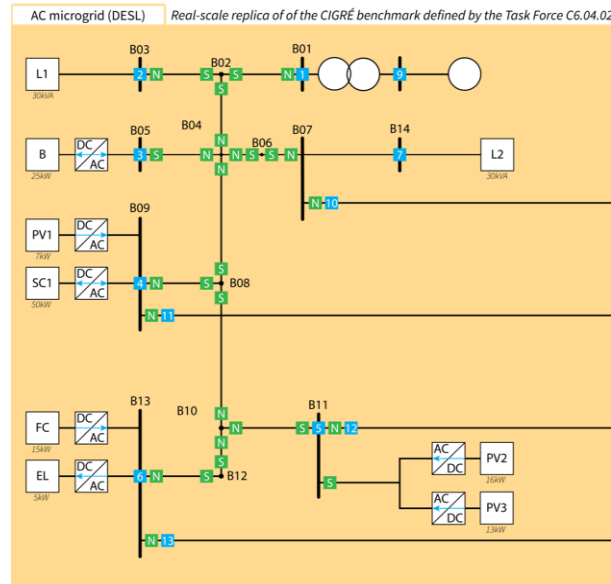
Projektziele

1. **Planungs-, Betriebs- und Automatisierungslösungen** (Betrieb am und getrennt vom allgemeinen AC Netz)
2. **Entwicklung von Schlüsseltechnologien** (MVDC Leistungsschalter und Sensoren, DC Messeinheiten, offene interoperable IKT Plattform, Prüf- und Validierungsservices)
3. **Fehlermanagement** und Cybersecurity Lösungen (Schutzkoordination, Stabilitätsbeurteilung, automatische Netzrekonfiguration)
4. **Technologiedemonstration** (Ziel techn. Entwicklungsgrad 5-8)
5. **Techno-ökonomische Analyse & Wissenstransfer**, Empfehlungen für Normungsgremien/Regulierungsbehörden

Demo 1 | EPFL campus (Lausanne, Schweiz)

- Verbindung CIGRE 15-Knoten
400 Vac Netz DES Lab
und MV LVDC PE Lab
- MVDC bis 10 kVdc und 4 LVDC
Schienen bis
750 Vdc, 45 kW
- LVAC Anwendungen: PV,
Batteriespeicher, EV-Laden,
Brennstoffzelle,
Superkondensator, Elektrolyseur,
H2-Speicher, Wärmepumpe
- DC Meßeinheiten, optimierte
Regelungen, adaptive
Abzweigrekfiguration,
Schutzkoordination,
Stabilitätsbewertung

EPFL Demo: LV Hybrid AC-DC microgrid

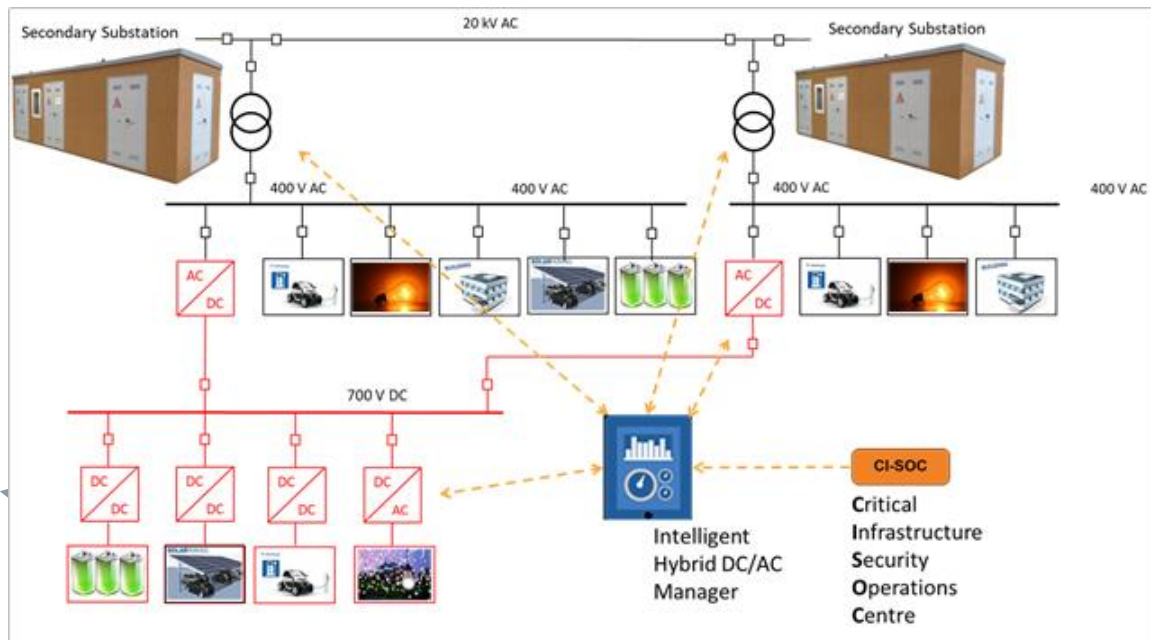


HYPERRIDE
THE FUTURE OF POWER DISTRIBUTION

-



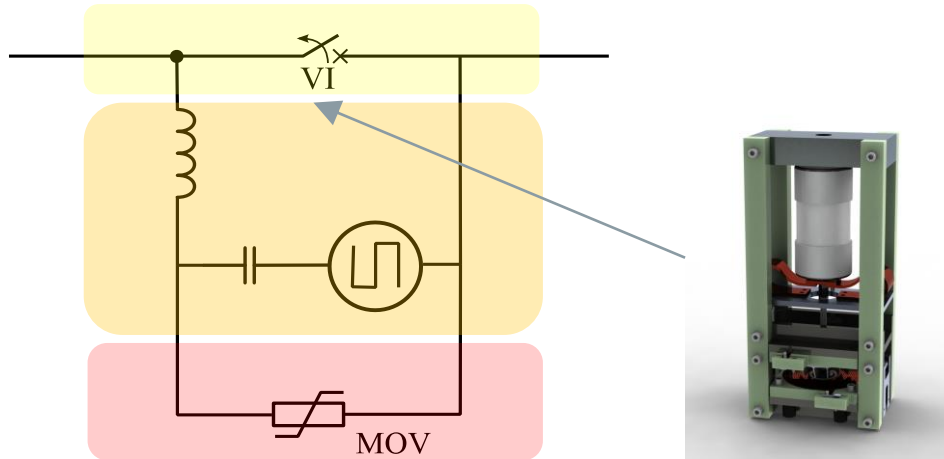
Demo 3 | LV Verteilnetz Terni (Italien)



MVDC Leistungsschalter (SCiBreak, EATON)

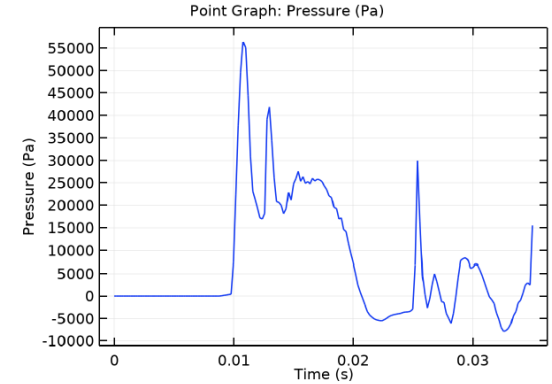
WP03 – Schlüsseltechnologien für ACDC Hybridnetze

Prototyp für 40 kV wiederkehrende Schaltspannung
(SCiBreak, 10 kA, <3 ms, 2.2 x 1.7 x 1.6 m, 800 kg)

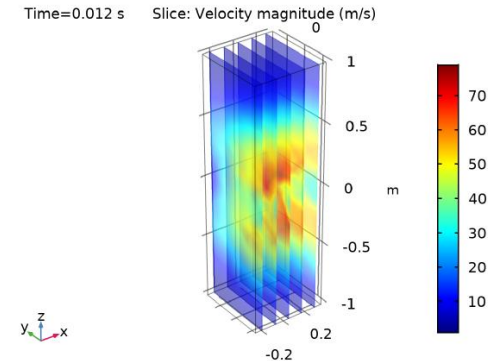


- Entwicklung von untraschnellen 5 kV (Demo Aachen) und 14kV DC Leistungsschaltern (Eaton) mit Vakuumschaltröhren
- Aktuator mit Thomson-Spule: ca. 1-2 ms (öffnen)

DC Lichtbogen Simulation und Validierung



- Komplexe Lichtbogenphysik in Schaltanlagen
- Simulation und Abgleich mit Laborversuchen



Weitere Informationen



www.hyperride.eu



@Hyperride_H2020



SCiBreak

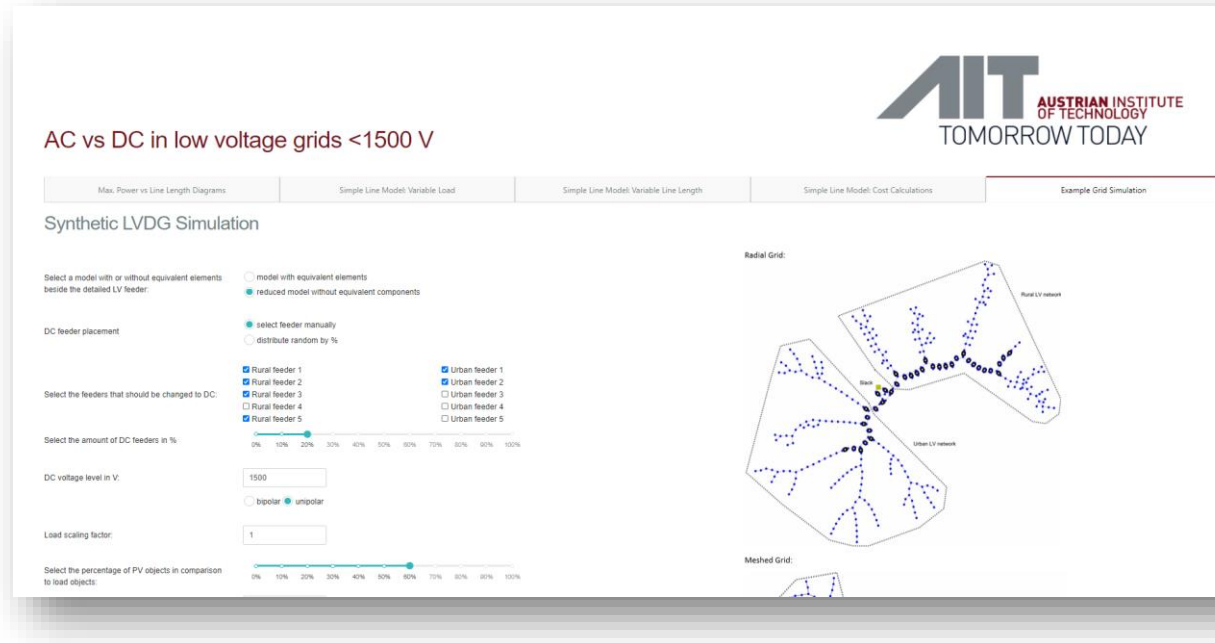


This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under Grant Agreement No. 957788.

[Further News: Published CIRED Report DC Distribution Networks - WG 2019-1](#)

TECHNO-ÖKONOM. PLANUNGSTOOL für AC/DC Hybridnetze in der Niederspannung

- Techno-ökonom. Ansatz
- Modulare Simulation
- Synthetisches Netzmodell
- LV Abzweige in AC / DC Betrieb
(parallele Hybridisierung)
- Simulation mit PowerFactory
(gesteuert über Python API)
- Last-Profile mit 15min
Auflösung (echte Lastdaten)
- Statische Lastmodelle für
EV and PV

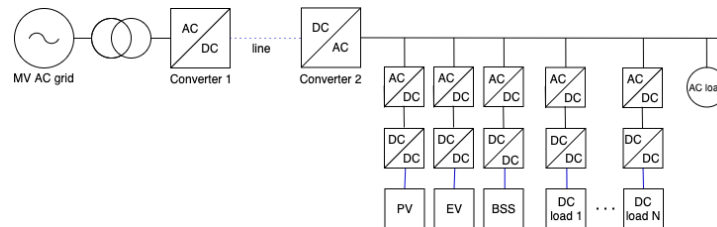


Wirtschaftlichkeit: Leitungseinsparungen vs. Umrichterkosten, Effizienzänderungen

TECHNO-ÖKONOM. PLANUNGSTOOL für AC/DC Hybridnetze in der Niederspannung

Szenario 1a:

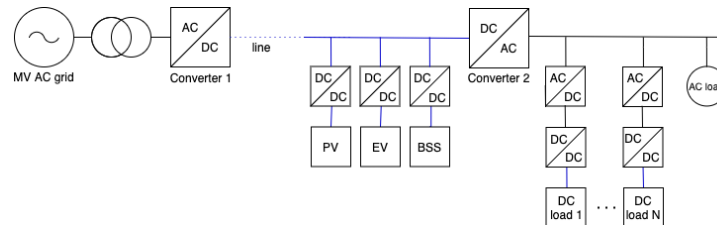
- DC Abzweige
- AC Kunden



Heute umsetzbar
Punktuell wirtschaftlich
für sehr lange Stiche
z.B. in Finnland
praktiziert

Szenario 1b:

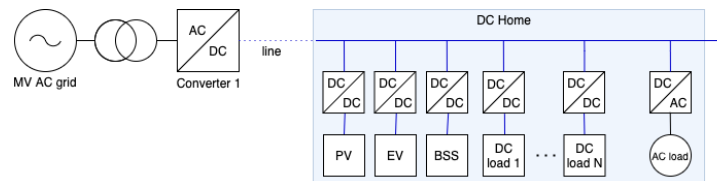
- DC Abzweige
- AC Kunden
- PV, EV angeschlossen auf DC



Experimentelle
Umsetzung in
HYPERRIDE (Terni,
EPFL Campus)

Szenario 2:

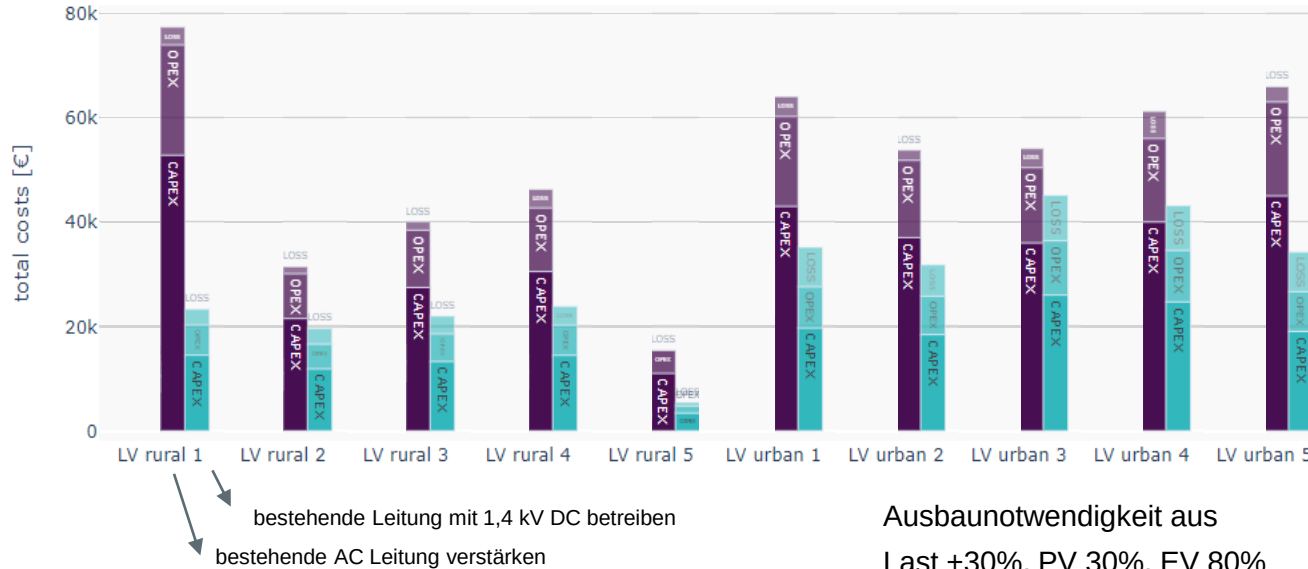
- DC Abzweige
- DC Kunden



Zukunftsszenario mit
DC auf Netzseite UND
Kundenanlage

BEISPIELRECHNUNG

Zukunfts-Szenario 2



Ausbaunotwendigkeit aus
Last +30%, PV 30%, EV 80%
bezogen auf Basis-Haushaltlast

Parameter	unit	Default value	Range	Description
CAPEX VSC	€/kW	150	100-500	Installation costs of converter per Watt
CAPEX rural line reinforcement	€/m	50	30-120	Installation costs for rural AC line reinforcement
CAPEX urban line reinforcement	€/m	100	30-120	Installation costs for urban AC line reinforcement
VSC life cycle	A	20	10-50	Expected lifetime of converter in LVDC installation
System life cycle	A	40	10-100	Expected system life cycle
OPEX VSC	%	2	0-5	Operation costs of VSC per year in % CAPEX
OPEX line reinforcement	%	1	0-5	Operation costs of line per year in % CAPEX
Energy price	Ct/kWh	4.44	0-10	Energy price for industry customers

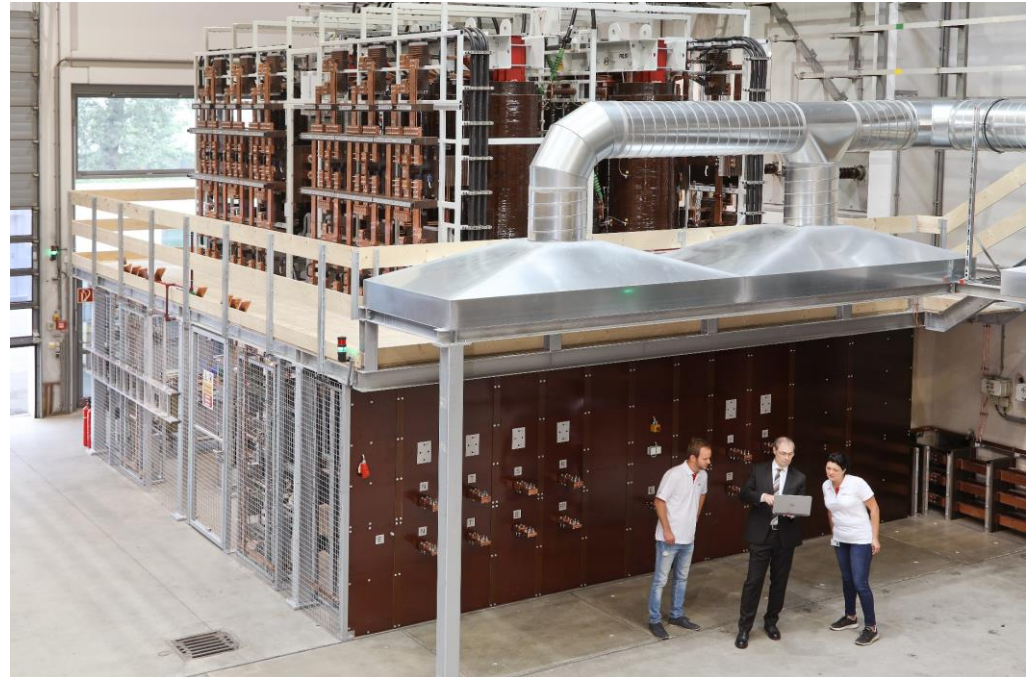
Nina Fuchs, Gerhard Jambrich, Helfried Brunner: "Simulation Tool for techno-economic analysis of hybrid AC&DC Low Voltage Distribution Grids", CIRED 2021, Main Session 5, to be published ([Best Young Academic Paper Award Session 5](#))

Höhere DC-Prüfströme

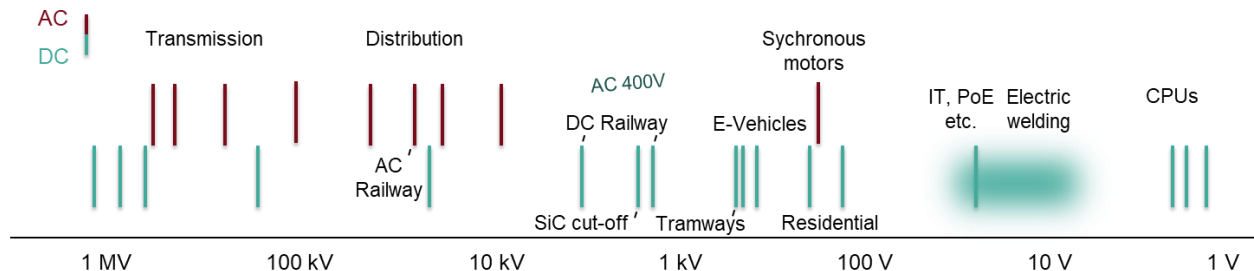
- DC 80 kA range / 3s (Surge Tests) @ 75 MVA / Voltage Range 400–4000 V
- DC 5 kA / Continuous (Temperature Rise Tests) @ 4 MVA



[News - AIT opens high performance DC LAB - AIT Austrian Institute Of Technology \(Video\)](#)



- DC ist eine sich entwickelnde Schlüsseltechnologie für die Energiewende
- Vielschichtigkeit des Thema
 - Unterschiedliche Anwendungsfälle
 - Breites Spektrum der Spannungsebenen
 - Weltweit unterschiedliche Ausgangsbedingungen
- Österreichische Industrie adressiert Weltmarkt
- Umsetzung in AT zu erwarten wo Investitionen sich über höhere Netzaufnahmefähigkeit von Erneuerbaren und Elektromobilität sowie Effizienzgewinne rechnen
- DC kein Ersatz für AC-Infrastruktur, aber Option für Restrukturierung & Neuinstallationen
- Österreichische Aktivitäten bündeln und in Europäische Aktivitäten einbringen



THANK YOU!

AIT Austrian Institute of Technology – Center for Energy

Gerhard Jambrich

gerhard.jambrich@ait.ac.at

www.ait.ac.at/energy