

GRIDCONV

INNOVATIVER HVDC/DC- CONVERTER FÜR HVDC-NETZE

Auinger, Deutschmann, Schichler, Krischan,
Horn, Reichhartinger, Renner

GRI^DCONV

HVDC/DC Converter
Concept Study and Prototype



Institut für Hochspannungstechnik und Systemmanagement
Institut für Elektrische Antriebstechnik und Maschinen
Institut für Elektronik
Institut für Regelungs- und Automatisierungstechnik
Institut für Elektrische Anlagen und Netze

HGÜ in Europa, Betrieb

	Land	U kV	P MW	Inbetriebnahme	Technologie
SACO I 2	F-I	200	300	1992	LCC
Skagerrak 3	DK-NO	350	440	1993	LCC
Baltic Cable	DE-SWE	450	600	1994	LCC
Kontek	DK-DE	400	600	1996	LCC
SwePol	PL-SWE	450	600	2000	LCC
Italy-Greece	GR-IT	400	500	2001	LCC
Moyle	UK-IRL	250	2501	2001	LCC
Estlink	EE-FI	±150	350	2006	VSC
Konti-Skan 1	DK-SWE	250	350	2006	LCC
NorNed	NL-NO	±450	700	2008	LCC
StoreBælt	DK	400	600	2010	LCC
BritNed	UK-NL	450	1000	2011	LCC
Fenno-Skan 2	FI-SWE	500	800	2011	LCC
SAPEI	I	500	1000	2011	LCC
East West Interc	UK-IRL	±200	500	2012	VSC
Fenno-Skan	FI-SWE	400	500	2013	LCC
Estlink 2	EE-FI	450	650	2014	LCC
LitPol Link	LIT-PL	70	1000	2015	LCC
Skagerrak 4	DK-NO	500	700	2015	LCC
SydvästLaänken	SWE	±300	2x720	2015	VSC
Aland-Link	FI-SWE	80	100	2015	VSC
INELEF	ES-F	±320	2000	2016	VSC
Western Link	UK	600	2200	2017	LCC
HVDC NordBalt	SWE-LIT	300	700	2016	SVSC

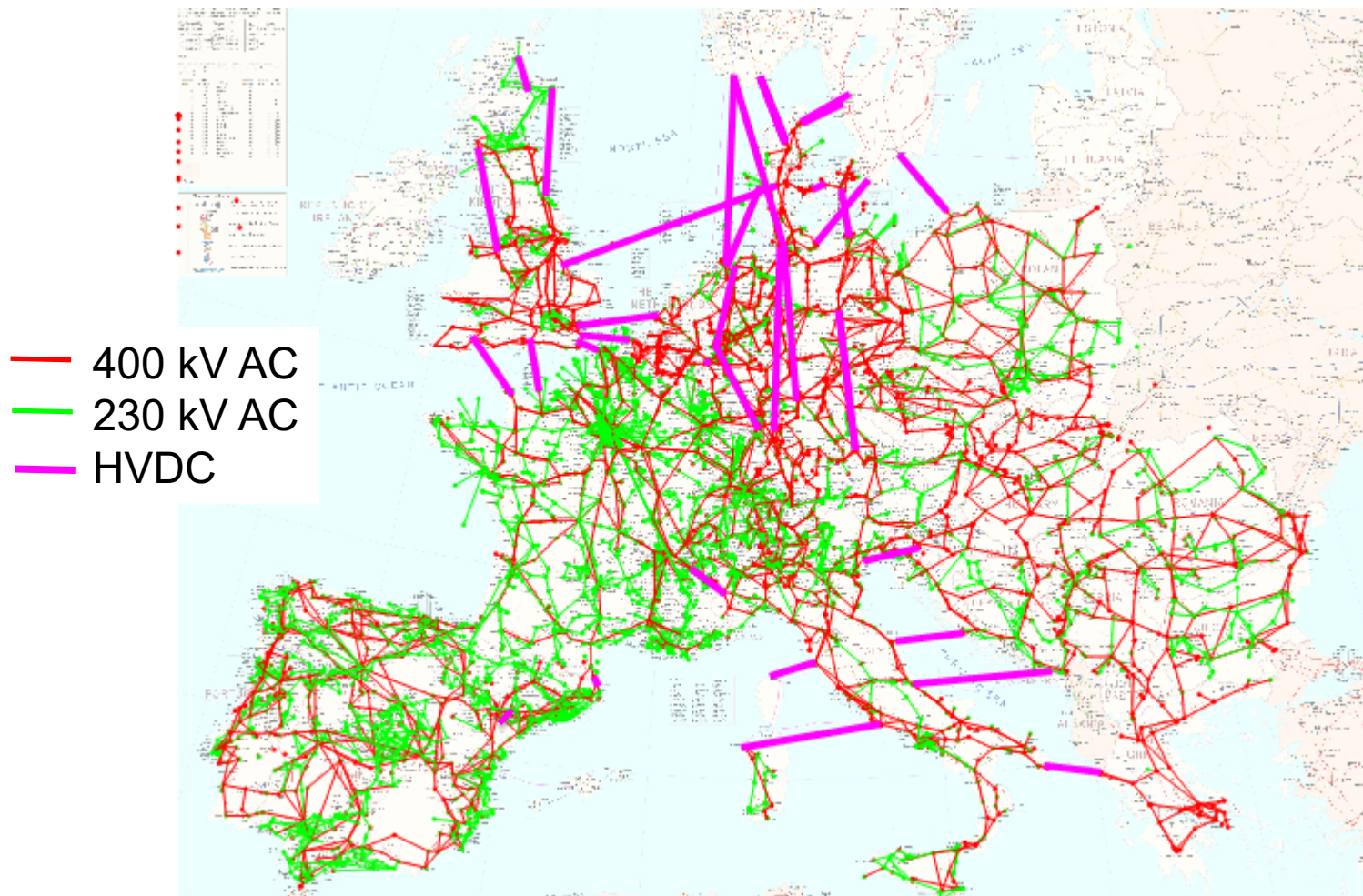
HGÜ in Europa, geplant

	Land	U kV	P MW	Inbetriebnahme	Technologie
HVDC MON.ITA	I-MNGR	±500	1000	2018	LCC
Caithness Moray	UK	320	1200	2018	LCC
Kriegers Flak	D-SWE		400	2018	VSC
ALEGrO	BE-DE	320	1000	2019	VSC
COBRACable	DK-NL	400	700	2019	VSC
DC2 (Ultraset)	D	±380	2000	2019	VSC
Eleclink	F-UK	320	1000	2019	
Nemo Link	B-UK	400	1000	2019	VSC
Piemonte-Savoie	I	±320	2x600	2019	
IFA2	F-UK	400	1000	2020	
Italy-Croatia	I-HR			2020	
NORD.LINK	NO-DE	525	1400	2020	
Norway-England	NO-UK	515	1400	2020	VSC
FAB Link	F-UK		1000	2021	
DC3 (Südlink)	D	500?	2000	2022	VSC
DC4 (Südlink)	D	500?	2000	2022	VSC
DC5I	D		2000	2022	VSC
DC6I	D		2000	2022	VSC
EuroAsia Interc	ISR-GR	600	2000	2022	
NorthConnect	NO-UK		1400	2022	
Viking Link	DK-UK		1000	2022	
Eastern Link	UK	400	2000	2024	
DC1	D		2000	2025	
Slovenia-Italy	SLO-I	500	1000	2025	

HGÜ Offshore Windanbindung

	Land	U kV	P MW	Inbetriebnahme	Technologie
Valhall	NO	150	78	2011	VSC
Borwin 1	D	±150	400	2015	VSC
Borwin 2	D	±300	800	2015	VSC
Dolwin 1	D	±320	800	2015	VSC
Helwin 1	D	±250	576	2015	VSC
Helwin 2	D	±320	690	2015	VSC
Sylwin 1	D	±320	864	2015	VSC
Troll 3,4	NO	66	100	2015	VSC
Dolwin 2	D	±320	900	2018	VSC
Borwind 3	D	±320	900	2019	VSC

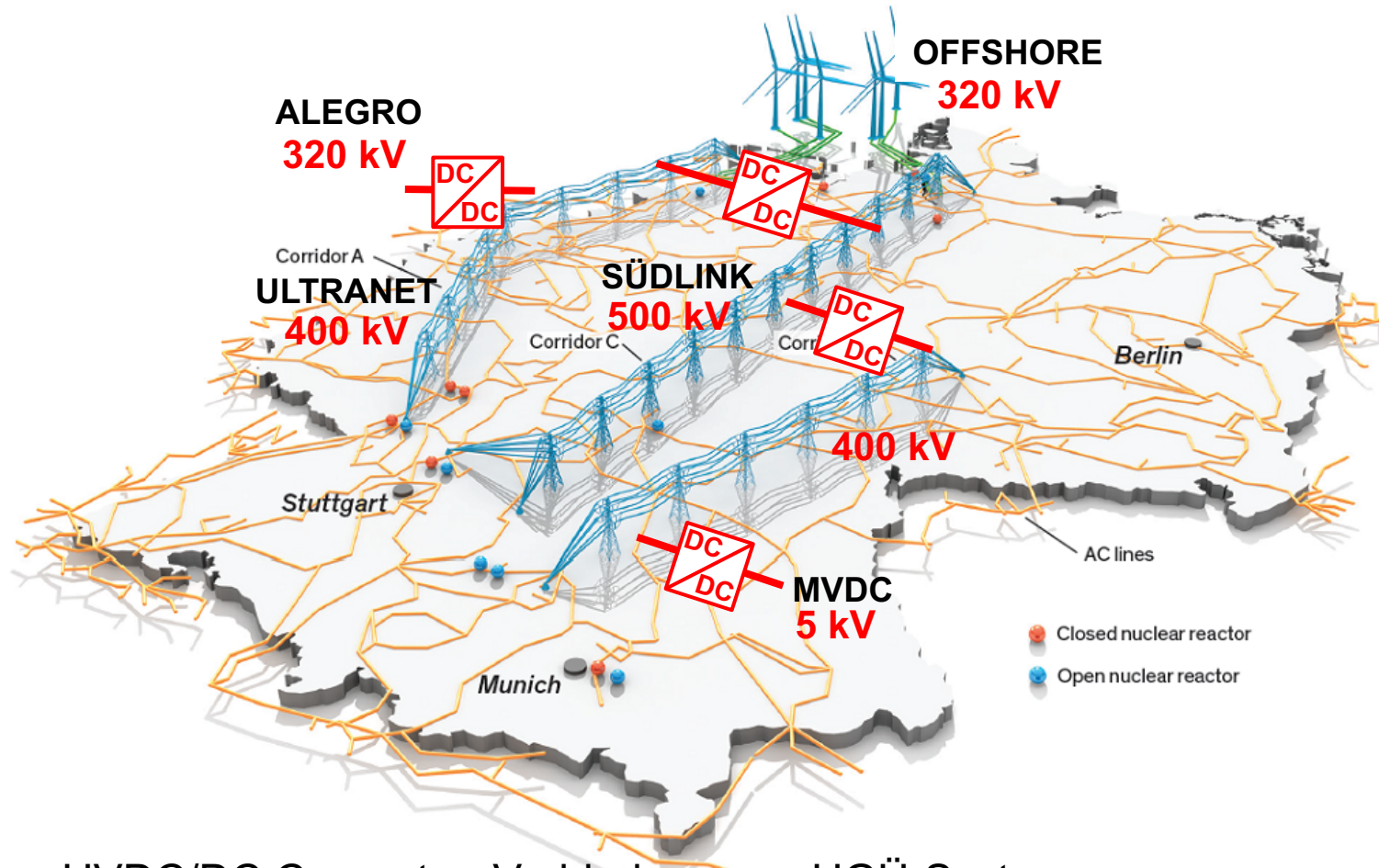
Europa 2025



Herausforderungen bei der Konzeption von vermaschten DC-Netzen

- Koordinierung und Festlegung der Nennspannungen,
- Schutztechnik,
- Koordinierte Regelstrategien (lokal und übergeordnet),
- Entwicklung von DC-DC-Wandlern,
- Entwicklung von Simulationswerkzeugen und generischen Umrichtermodellen

Beispiel: HGÜ in Deutschland

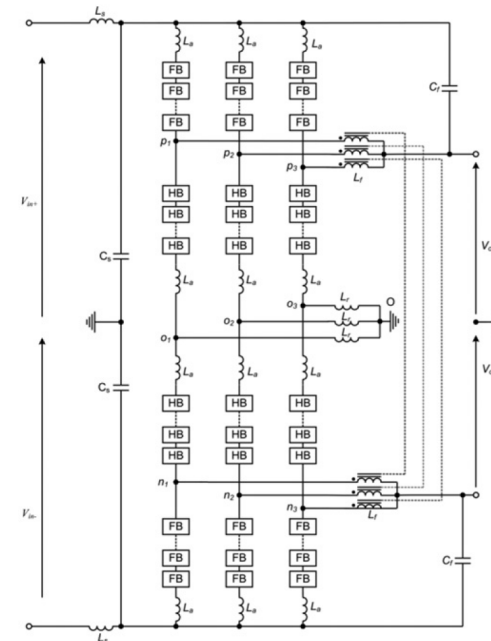
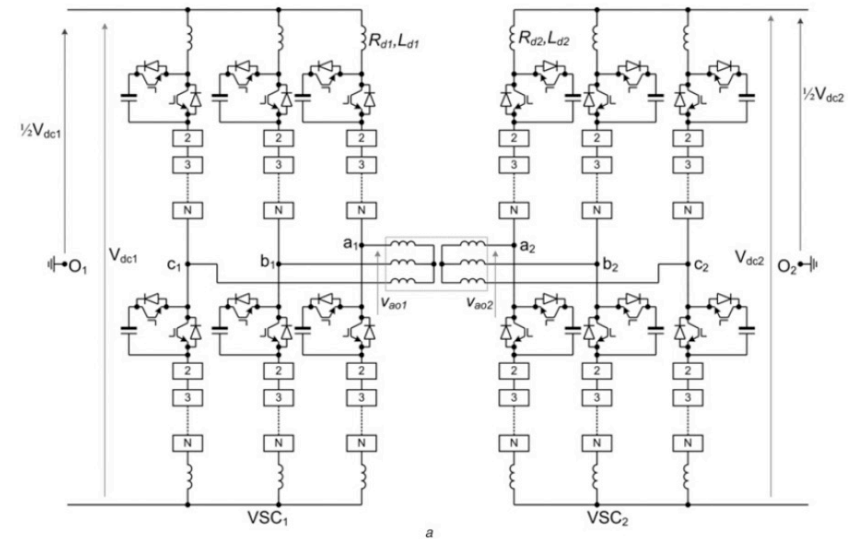
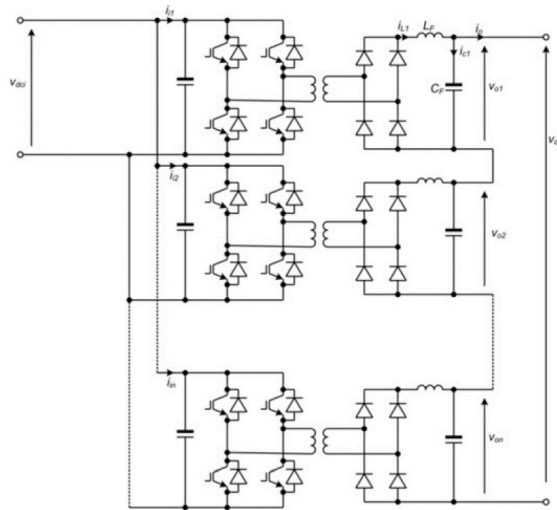
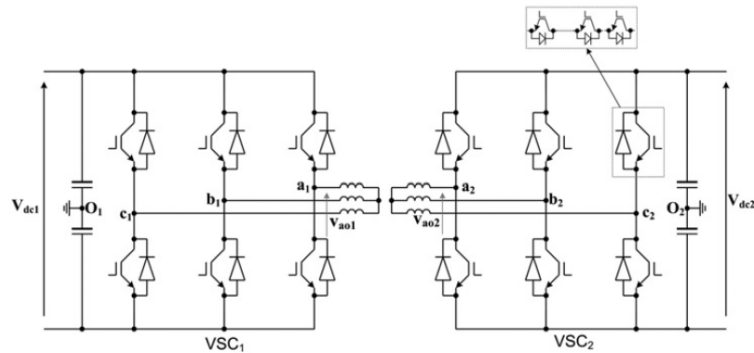


HVDC/DC Converter: Verbindung von HGÜ-Systemen unterschiedlicher Nennspannung zu einem Gleichstromnetz

Anforderungen an HVDC/DC-Wandler:

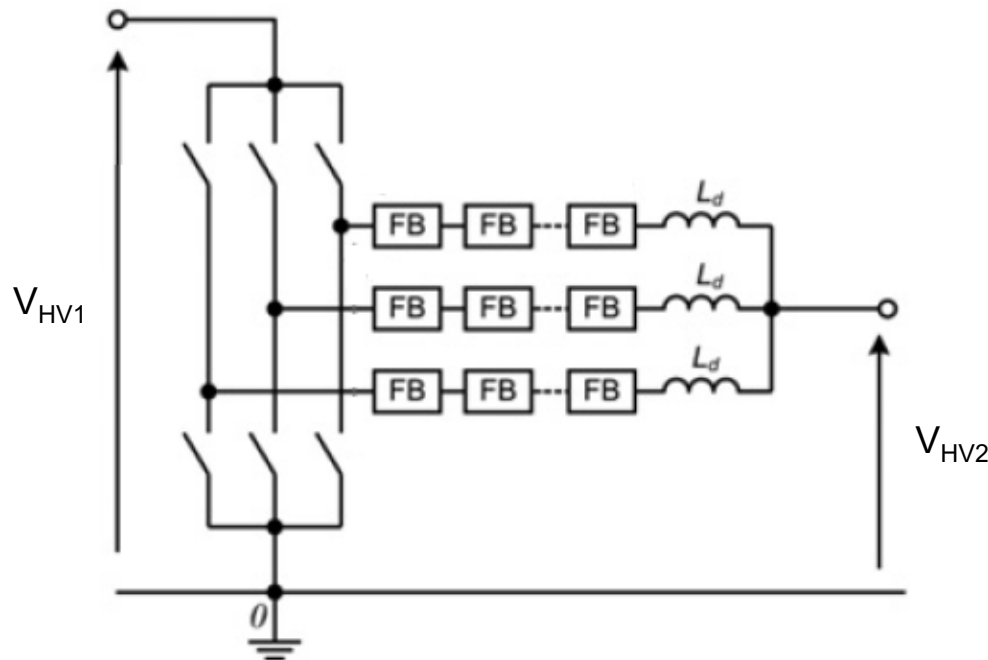
- Bidirektionaler Leistungsfluss
- Geringe Verluste
- Separation der HGÜ-Netze im Kurzschlussfall
- Schwarzstartfähigkeit/Spannungsvorgabe
- hohe Zuverlässigkeit
- Kompakte Baugröße und niedrige Investitionskosten

Topologien



G. P. Adam e.a., Review of dc-dc converters for multi-terminal HVDC transmission networks, IETPower Electronics, 2016

Topologie für GRIDCONV Projekt:



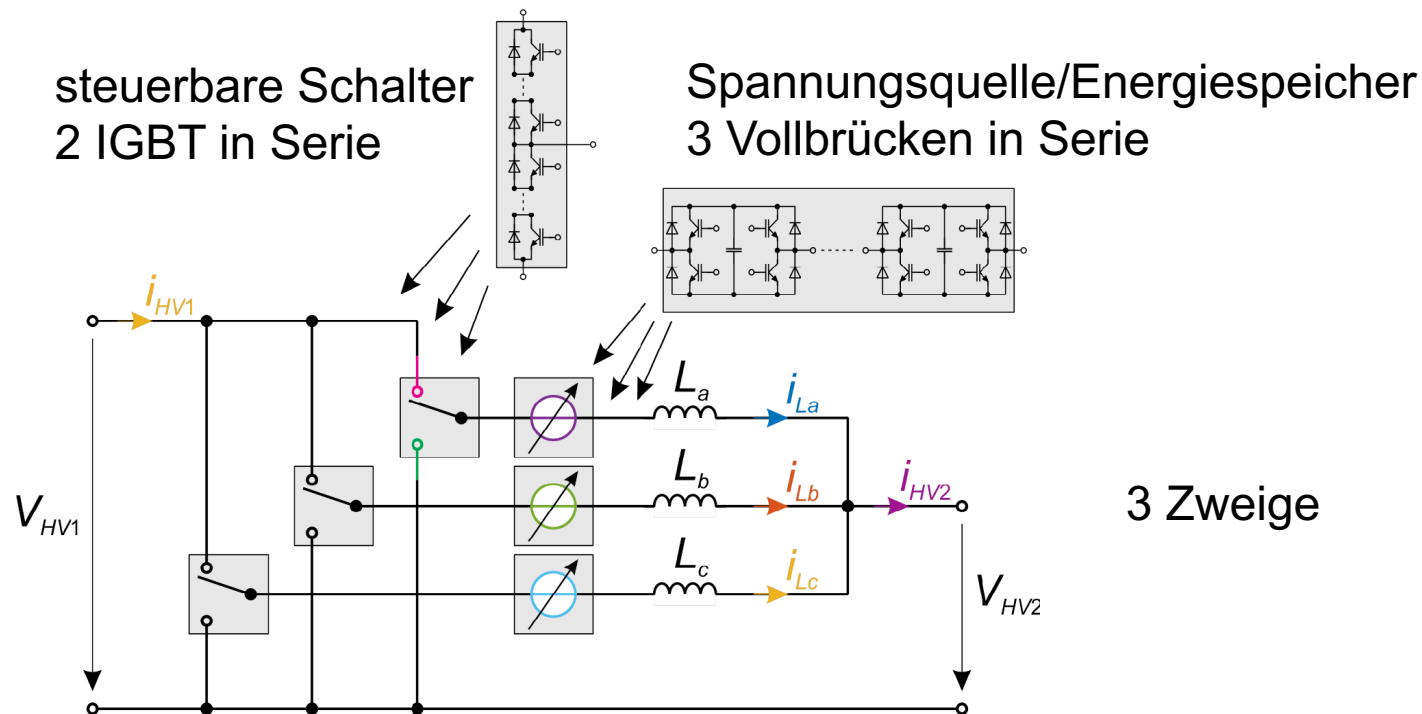
- Modulares Design ✓
- Skalierbare Converter-Topologie ✓
- Redundantes Design ✓
- Keine DC-Fehler-Übertragung ✓
- Geringe Verluste ✓

Yang, He, Pang, Tang: The Hybrid-Cascaded DC-DC Converters Suitable for HVdc Applications, 2015

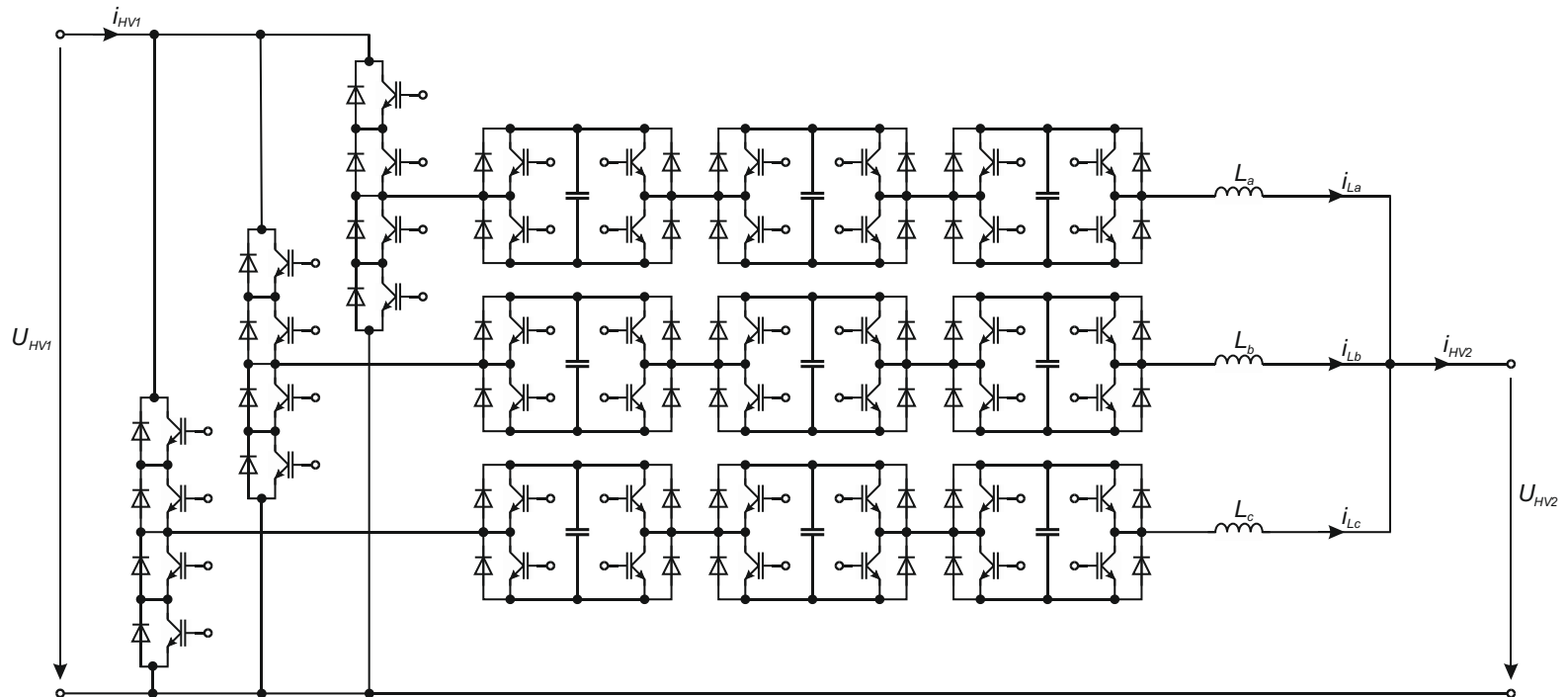
Technische Daten des Prototyps

Nennspannungen 800V/500 V

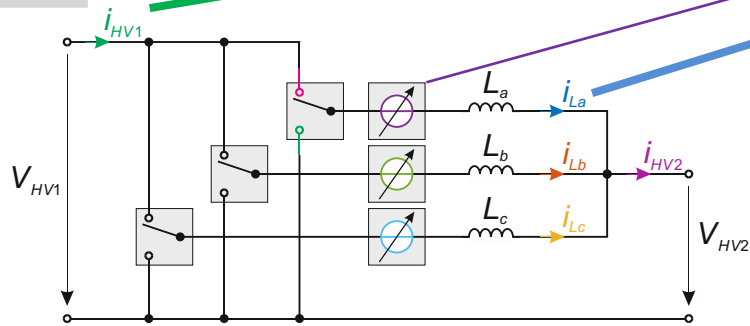
Nennleistung 50 kW



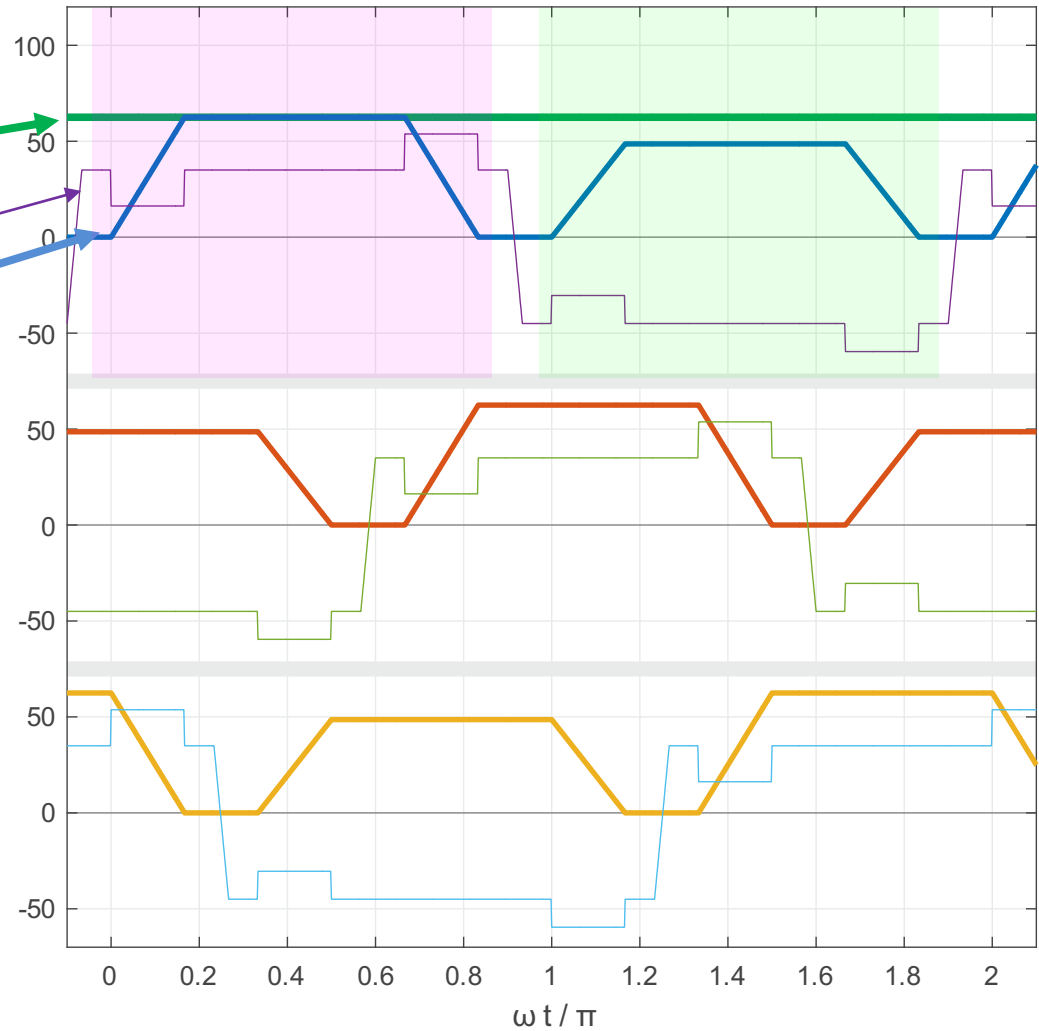
Vollständige Topologie für Prototyp



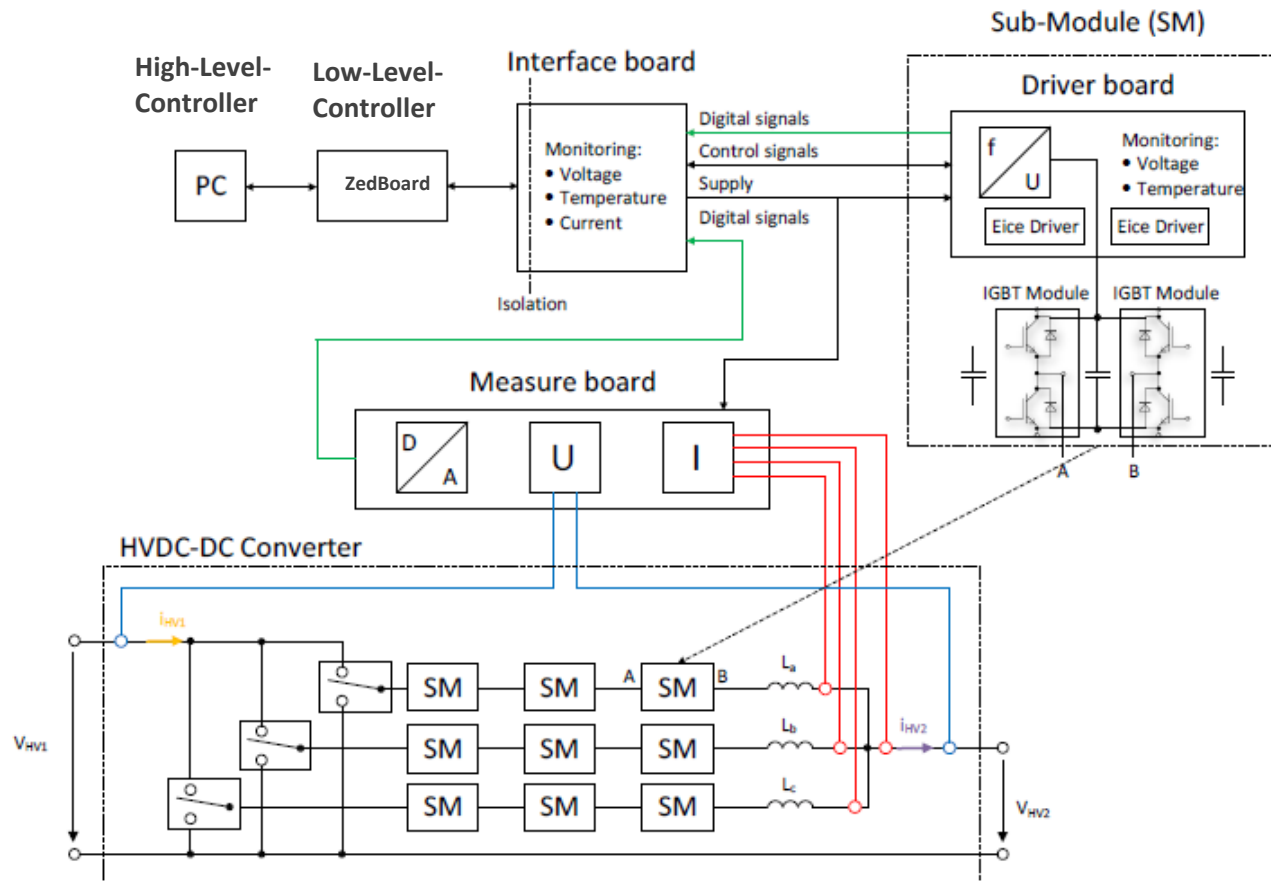
Signalverläufe



Signals Overview



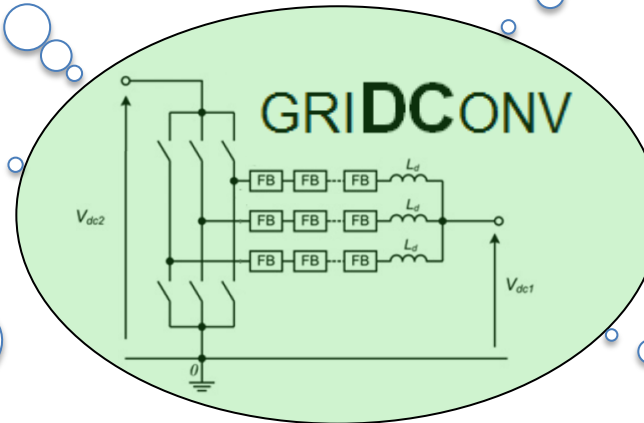
Ansteuerung/Regelung





Hochspannungsaspekte:
Layout, Design, Test
Isolationssystem für DC-Beanspruchung
Isolationskoordination
Zustandsüberwachung

Converter Topologien: Design, Layout
Betriebsverhalten: Normalbetrieb, Anfahren/Abstellen, Fehler
Leistungselektronik: Auswahl, Treiberschaltung,
Stromregelung



Entwicklung innovativer Treiber
für Leistungselektronik
Methoden zur Reduktion der elektro-
magnetischen Beeinflussung

Regler- und Beobachterdesign für
unbestimmte Systeme;
Vernetzte Reglersysteme



Lastflussregelung in DC-Netzen,
Auswirkung auf Drehstromnetz;
Netzdynamik: Verbesserung der
transienten Stabilität



Testmessungen an einem Modul

