

# GRIDCONV – INNOVATIVER HVDC/DC-KONVERTER FÜR HVDC-NETZE

**Bernhard AUINGER<sup>1</sup>, Bernd DEUTSCHMANN<sup>1</sup>, Uwe SCHICHLER<sup>2</sup>,  
Klaus KRISCHAN<sup>3</sup>, Martin HORN<sup>4</sup>, Markus REICHHARTINGER<sup>4</sup>,  
Herwig RENNER<sup>5</sup>**

## Einleitung und Stand der Technik

Der steigenden Zahl an Engpässen im aktuellen Hochspannungsübertragungsnetz wird durch Netzoptimierung und -ausbau sowie durch die Errichtung von HGÜ-Übertragungsleitungen entgegengewirkt. Dabei wird neben den bestehenden und zukünftigen HGÜ-Punkt-zu-Punkt-Verbindungen und der Kopplung von galvanisch getrennten, nicht synchronen Netzen (Kontinentaleuropa/Skandinavien oder Kontinentaleuropa/UK) auch die Weiterentwicklung zu einem HGÜ-Übertragungsnetz angedacht. Neben den Punkt-zu-Punkt-Verbindungen wird die HGÜ-Technologie auch zunehmend parallel zu dem Drehstromsystem eingesetzt (Hybrid-Netze). Beispiele dafür sind die bereits in Betrieb befindliche Verbindung zwischen Spanien und Frankreich (INELFE) oder die geplanten HGÜ-Projekte in Deutschland (Ultranet, Alegro, Südlink). Die Möglichkeit der Verbindung der Hybrid-Netze unterschiedlicher Frequenzen und Nennspannungen erlaubt auch den Aufbau eines zukünftigen globalen Supergrids. Das Supergrid der Zukunft erfordert eine Optimierung der Betriebsmittel sowie die Entwicklung neuer Technologien wie z. B. modulare Multilevel-Konverter und gasisolierte HGÜ-Übertragungsleitungen.

Die im Rahmen von HGÜ-Projekten bisher weltweit realisierten und vorgesehenen Nennspannungen sind stark unterschiedlich und umfassen den Spannungsbereich von  $\pm 80$  kV bis  $\pm 800$  kV (zukünftig auch  $\pm 1100$  kV in China), wobei sich in Europa die Nennspannungen hauptsächlich auf  $\pm 320$  kV (Offshore-Anbindungen),  $\pm 400$  kV (Ultranet) und  $\pm 500$  kV (Südlink) konzentrieren. Eine Zusammenschaltung einzelner HGÜ-Übertragungssysteme zu einem vermaschten HGÜ-System bedingt den Einsatz von HVDC/DC-Konvertern [1, 2]. Die Anforderungen an derartige Konverter sind vielfältig:

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

Unter Berücksichtigung dieser Rahmenbedingungen muss festgehalten werden, dass DC/DC-Wandlerkonzepte, die für den Nieder- und Mittelspannungsbereich entwickelt wurden, für den Hochspannungsbereich nicht zielführend sind. Mit den Erfahrungen von selbstgeführten Gleich- bzw. Wechselrichtern liegt der Fokus im Hochspannungsbereich auf modularen Multilevel Konvertern (MMC).

## Innovativer HVDC/DC-Konverter: Projekt GridConv

Im Rahmen eines institutsübergreifenden Forschungsprojektes wird an der Technischen Universität Graz ein für die genannten Anforderungen geeigneter HVDC/DC-Konverter konzeptionell entwickelt und ein dementsprechender Demonstrator entworfen und gebaut. Die Anlage wird trafolos als hybrider, kaskadierter 2-Stufen-DC/DC-Konverter ausgeführt (Abbildung 1).

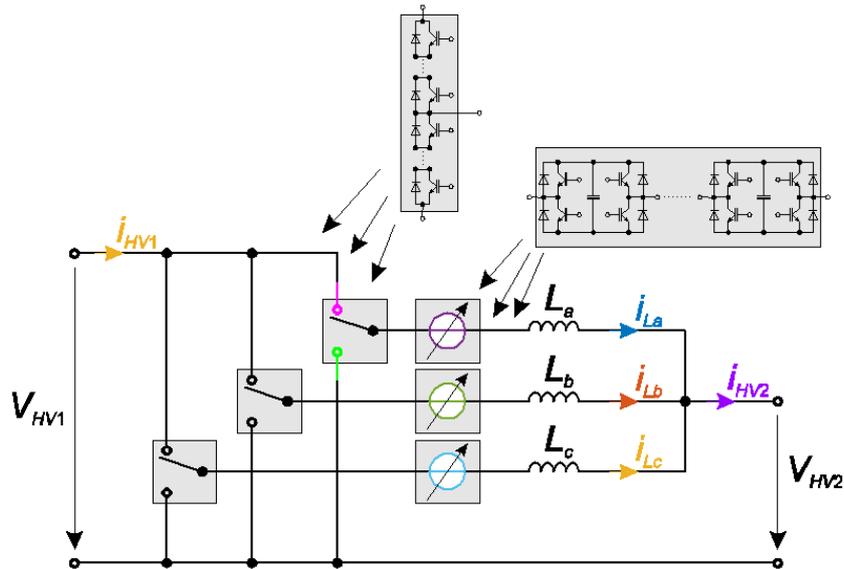
<sup>1</sup> Technische Universität Graz, Institut für Elektronik, Inffeldgasse 12, 8010 Graz, Tel.: +43 316 873-{7526|7520}, {bernhard.auinger|bernd.deutschmann}@tugraz.at, www.ife.tugraz.at

<sup>2</sup> Technische Universität Graz, Institut für Hochspannungstechnik und Systemmanagement, Inffeldgasse 18, 8010 Graz, Tel.: +43 316 873-7400, uwe.schichler@tugraz.at, www.ihs.tugraz.at

<sup>3</sup> Technische Universität Graz, Institut für Elektrische Antriebstechnik und Maschinen, Inffeldgasse 18, 8010 Graz, Tel.: +43 316 873-7745, klaus.krischan@tugraz.at, www.eam.tugraz.at

<sup>4</sup> Technische Universität Graz, Institut für Regelungs- und Automatisierungstechnik, Inffeldgasse 21, 8010 Graz, Tel.: +43 316 873-{7025|7027}, {martin.horn|markus.reichhartinger}@tugraz.at, www.irt.tugraz.at

<sup>5</sup> Technische Universität Graz, Institut für Elektrische Anlagen und Netze, Inffeldgasse 18, 8010 Graz, Tel.: +43 316 873-7557, herwig.renner@tugraz.at, www.ifea.tugraz.at



**Abbildung 1: Im Rahmen des Projekts GridConv für den HVDC/DC-Konverter verwendete Topologie**

Im modular aufgebauten Demonstrator bestehen die oberen und unteren Schalter der Halbbrücken aus jeweils zwei in Serie geschalteten IGBTs und die steuerbaren Spannungsquellen aus je drei hintereinander geschalteten und als Vollbrücken ausgeführten Einzelmodulen. Das Funktionsprinzip des Konverters wird anhand des Demonstrators im Labormaßstab erprobt werden. Die Eckdaten des Demonstrators wurden mit 800 V (Anschluss 1) bzw. 500 V (Anschluss 2) und einer Übertragungsleistung von 50 kW festgelegt. Mit Hilfe des realisierten Demonstrators werden die verschiedenen Forschungsfragen der beteiligten Institute untersucht.

In diesem Zusammenhang spielt auch das Thema der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) der verwendeten elektrischen und elektronischen Komponenten für die HVDC/DC-Umwandlung eine entscheidende Rolle. Um den fehlerfreien Betrieb der zukünftigen HGÜ-Netze zu gewährleisten ist es wichtig, die EMV-Eigenschaften der verwendeten HVDC/DC-Konverter genau zu kennen. Dazu zählt neben der Kenntnis der durch die internen Schaltaktivitäten erzeugten Störemissionen, die durch entsprechende Maßnahmen (u. a. Flankensteuerung, optimierte Schaltfrequenzen, Gatesteuersignalregelung) minimiert werden können auch das Systemverhalten der Mess- und Regelkreise im HVDC/DC-Konverter bei äußeren EMV-Störungen (z. B. durch „intended EMI“).

## Literatur

- [1] Adam, Gowaid, Finney, Holliday, Williams: “Review of dc-dc Converters for Multi-terminal HVDC Transmission Networks”. IET Power Electronics, 2016, Vol. 9, pp. 281 - 296
- [2] Yang, He, Pang, Tang: “The Hybrid-Cascaded DC-DC Converters Suitable for HVDC Applications”. IEEE Transactions on Power Electronics, 2015, Vol. 30, No. 10, pp. 5358 - 5363