

HGÜ und FACTS – Lösungen für Deutschland

“Volles Haus“ hieß es am 24.04.2013 im Hörsaal der Hochschule in Koblenz. Grund hierfür war der Vortrag “HGÜ und FACTS – Lösungen für Deutschland“ zu dem der VDE Köln-Bonn-Koblenz, am Stützpunkt Koblenz, geladen hatte. Die VDEler hatten als Referenten mit Herr Prof. Dr. Retzmann, der im Bereich “Technical Marketing & Innovations - HVDC/FACTS“ für die Firma Siemens tätig ist, einen absoluten Experten gewinnen können. So lauschten an diesem Nachmittag 68 Teilnehmer, darunter VDE-Mitglieder, Studierende und Gäste neugierig dem ausführlichen Vortrag.



Abbildung 1- Foto Privat

Die Entwicklung der deutschen Energielandschaft in den kommenden Jahren ist ein heiß diskutiertes Thema. Die Übertragungsnetzbetreiber haben verschiedene Szenarien entworfen, mit deren Hilfe sie nun den Ausbaubedarf für die kommenden zehn Jahre berechnen. Das Resultat ist der Netzentwicklungsplan (NEP), der durch die Bundesnetzagentur bestätigt werden muss.

Im Rahmen der technischen Prüfung des NEP ist die Bundesnetzagentur unter Beratung durch die TU Graz zu dem Schluss gekommen, dass eine Umsetzung der Overlaystruktur mit drei HGÜ-Transportkorridoren ausreichend und robust genug ist, den zukünftigen Entwicklungen der Energielandschaft Rechnung zu tragen (Quelle: Bundesnetzagentur, www.netzausbau.de bzw. Grapik WDR - dpa).

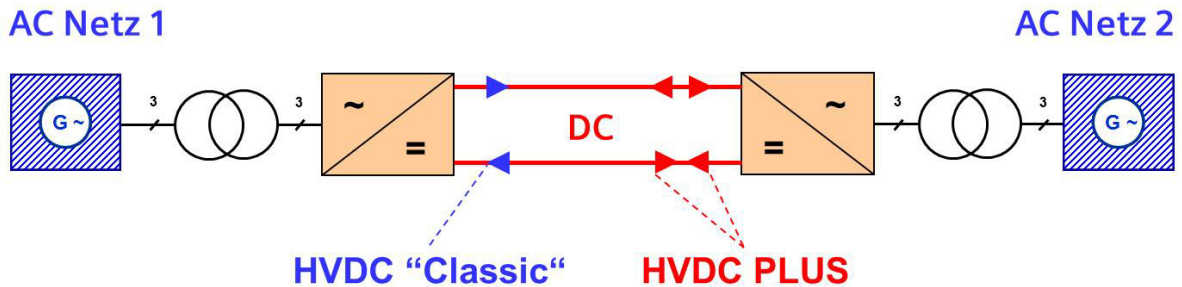


An diesem Nachmittag startete Herr Prof. Retzmann indem er einen Überblick über den Stand der Entwicklungen gab und verschiedene Begrifflichkeiten definierte. HGÜ (Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung) und FACTS (Flexible-AC-Transmission-Systems), d.h. auf Leistungselektronik basierende Systeme zur Gleich- und Drehstromübertragung, wurden ursprünglich zur Energieübertragung über große Entfernungen und zur Kopplung getrennter bzw. nicht synchroner Netze entwickelt.

Das Funktionsprinzip und die verwendeten Komponenten (Transformator, Stromrichter, Filter, Regelung) sowie Technologien (netzgeführt, selbstgeführt) von HGÜ und FACTS einschließlich Übertragungssystem (Freileitungen, Kabel und GIL) wurden im Anschluss erläutert und Anwendungen, am Beispiel ausgeführter Projekte weltweit, aufgezeigt. Ziel war es auch einen Eindruck von bereits umgesetzten Projekten im Hinblick auf deren Größe und Technik zu vermitteln.

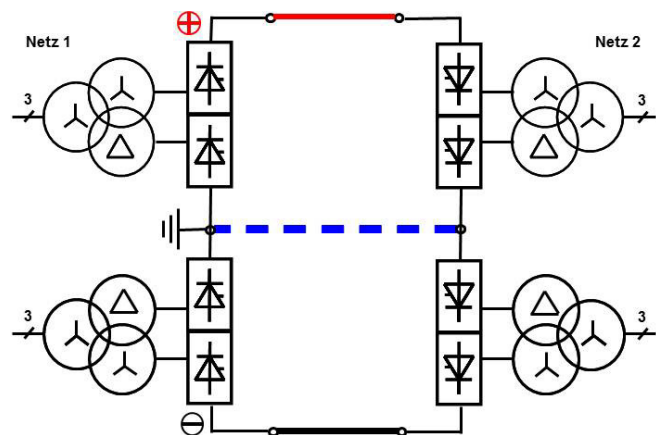
Eine Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungs-Verbindung besteht im Wesentlichen aus einer Umrichterstation, in der die Wechselspannung des konventionellen Stromnetzes in Gleichspannung gewandelt wird, einer Transportleitung und einer weiteren Umrichterstation am anderen Ende, in der die ankommende Gleichspannung wieder in Wechselspannung gewandelt wird.

Üblicherweise hat eine HGÜ-Anlage zwei Pole (und dazwischen auch zwei Leiter), über die jeweils die Hälfte der Energie übertragen wird. Bei Ausfall eines Pols bzw. einer Leitung stünde entsprechend noch die halbe Leistung zur Verfügung. Die Energie kann in beide Richtungen transportiert werden (Skizze Aufbau HGÜ, Quelle: Siemens). Die Leitungen können als Freileitungen oder Erdkabel über Land gehen oder als Seekabel im Wasser verlegt sein.



Bei HGÜ-Freileitungen reduzieren sich die Übertragungsverluste im Vergleich zur Drehstromübertragung in der Regel um 30 bis 50 Prozent. Zudem kann bei gleicher Trassenbreite deutlich mehr Energie übertragen werden. Je höher die Spannung ist, desto geringer fallen die Transportverluste aus und desto mehr Energie kann über die Leitung übertragen werden. Ausführlich erläuterte Herr Retzmann wie mit Hilfe HGÜ der Lastfluss gezielt gesteuert, die Spannung stabilisiert und Instabilitäten bis hin zum Blackout effizient entgegengewirkt werden kann.

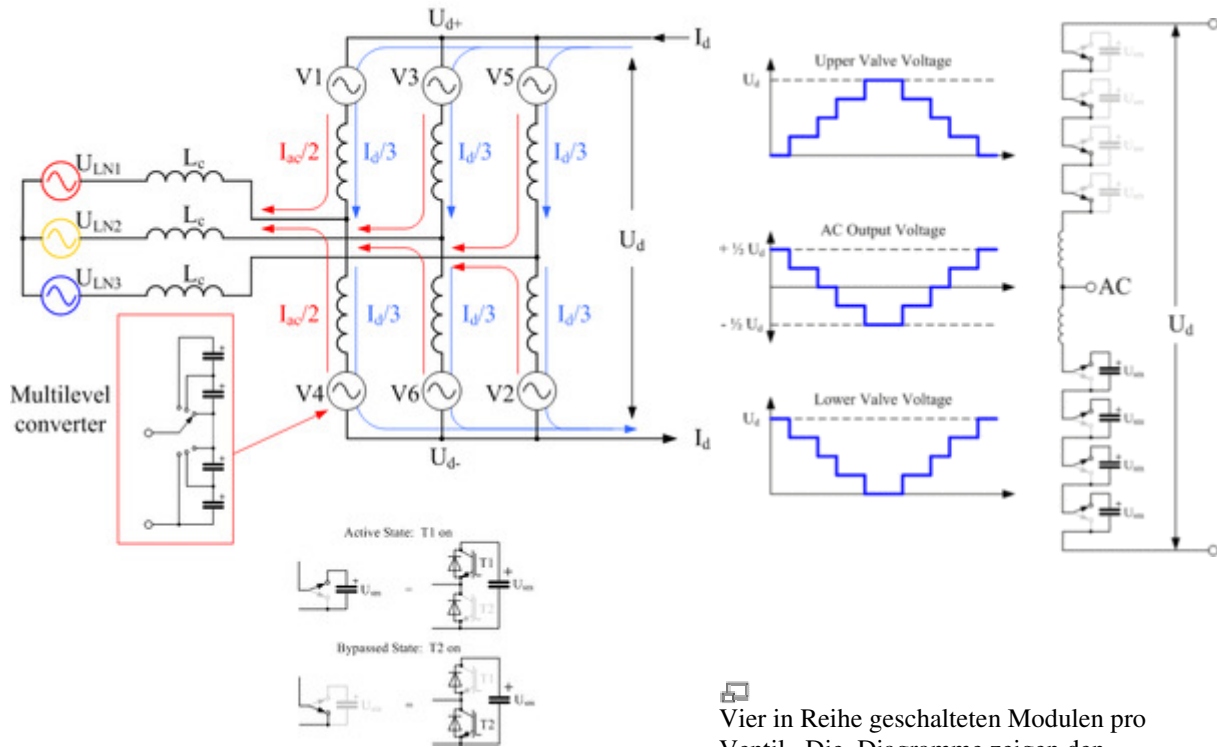
In Deutschland wird eine HGÜ-Lösung, wie z.B. das "Ultranet" des Übertragungsnetzbetreibers Amprion, mit drei Leiter für ein System umgesetzt werden. Gleichzeitig sollen in diesem Projekt Dreh- und Gleichstrom tlw. auf bestehenden Freileitungsgestängen, zwischen dem Niederrhein und Baden-Württemberg, parallel übertragen werden (Stichwort Hybridmaste).



Siemens hat bereits 40 HGÜ-Systeme weltweit installiert. Am leistungsfähigsten sind bislang die Anlagen in China, wo CO₂-freier Strom aus Wasserkraft bis zu 2.000 Kilometer weit an die Ostküste transportiert wird. In Europa verbindet seit September 2011 eine HGÜ-Seekabelverbindung Mallorca mit dem spanischen Festland. Sie soll den zunehmenden Strombedarf der Insel mit Sonnen-, Wind- und Wasserkraft vom Festland aus decken.

Und zwischen Schottland und England baut Siemens eine HGÜ-Seekabelverbindung der Superlative: Mit einer Kapazität von 2.200 MW soll sie ab 2016 eine Leistung übertragen, die mehr als 600 Offshore-Windturbinen entspricht. Dank der Kabel-Rekordübertragungsspannung von 600 kV sinken die Transport- und Umwandlungsverluste auf der 420 Kilometer langen Kabelstrecke – gegenüber der bisherigen maximalen Spannung für Seekabel von 500 kV – um rund ein Drittel auf weniger als drei Prozent.

Neben der konventionellen HGÜ-Technik gibt es die platzsparende Siemens Multilevel-Variante HVDC PLUS, die vor allem auf Offshore-Plattformen zur Anwendung kommt. Zudem ist HVDC PLUS die HGÜ-Lösung für eng bebaute urbane Umgebungen, wie z.B. in San Francisco (Quelle: Siemens, 21.05.2013). In San Francisco wurde zudem eine neue Technik genauer ein Modulare-Multilevel-Converter (MMC) eingesetzt.



Prinzip eines Dreiphasen Modular Multilevel Converter (MMC)

Vier in Reihe geschalteten Modulen pro Ventil. Die Diagramme zeigen den Spannungsverlauf einer Phase.

Der MMC besteht aus 6 Ventilen, die jeweils einen Wechselspannungs-Anschluss (AC) mit einem Gleichspannungs-Anschluss (DC) verbinden (Quelle: Wikipedia).

Jeder Ventilzweig des MMC besteht wiederum aus einer Vielzahl von unabhängigen Powermodulen. Die Powermodule sind in der Lage die Kapazitäten entweder zu überbrücken oder in den Stromkreis einzubinden, d.h. jedes Modul kann unabhängig voneinander die Spannungsniveaus 0 oder U_{modul} erreichen. Mit einer entsprechenden Anzahl an Modulen (z.B. 300 Stück), die in Reihe geschaltet sind, kann eine sehr feine Treppen-Spannungs-Kurve erreicht werden. Diese bildet sehr gut die Sinuskurve nach, wodurch eine niedrige Störung durch Harmonische erreicht wird und normalerweise kein Filter benötigt wird.

Nachteil der MMC Technologie ist sicherlich der höhere Aufwand die einzelnen Module zu steuern. Hier liegt die Herausforderung in der Prozess-Power und der High-Speed Kommunikation zwischen der zentralen Steuereinheit und den Ventilen bzw. Modulen.

Am Ende des Vortrags moderierte Herr Prof. Dr.-Ing. Karl-Josef Mürtz eine lebhaft Diskussionsrunde in der Herr Retzmann ausführlich Rede und Antwort stand.

Die vielen Fragen der Zuhörer und das absolut positive Feedback haben gezeigt, wie spannend und technisch anspruchsvoll dieses Thema ist. Man darf auf die Umsetzungen der geplanten HGÜ-Verbindungen in Deutschland gespannt sein. Für die Leser, die mehr zum Thema HGÜ und Netzausbau erfahren wollen, hier ein paar weiterführende Links:

www.energy.siemens.com/hq/de/stromuebertragung/

www.wikipedia.org/wiki/Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung

www.amprion.net/netzausbau/ultranet

www.netzausbau.de

www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Stromnetze/ja-zum-netzausbau.html

Auf unserer Seite www.vde-koeln.de in der Rubrik “Download“ wird zusätzlich der Vortrag für die Leser zur Verfügung stehen.