

Technologie-Visionen zur elektrischen Energieübertragung zukünftiger europäischer Netze

Dipl.-Ing. **Jürgen Fabian, Thomas Hager**,
O.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Dr.hc. **Michael Muhr**

Institut für Hochspannungstechnik und
Systemmanagement
Technische Universität Graz

Agenda

- Vorzüge der elektrischen Energie
- Rahmenbedingungen im Wandel der Zeit
- Übertragungstechnologien und Leitungssysteme
- Möglichkeiten der Netzregelung im Elektroenergiesystem
- HGÜ-Projektbeispiele
- Smart Grid und Super Grid
- Zusammenfassung und Ausblick

Vorzüge der elektrischen Energie

- Aus jeder Primärenergieform umwandelbar,
- in alle Nutzenergieformen rückwandelbar,
- über weite Distanzen transportier- und verteilbar,
- einfach mess-, regel- und steuerbar,
- für moderne Informations- und Kommunikationstechnik unverzichtbar,
- durch fachgerechte Anwendung eine weitgehend umweltfreundliche und saubere Energieform.

Rahmenbedingungen im Wandel der Zeit

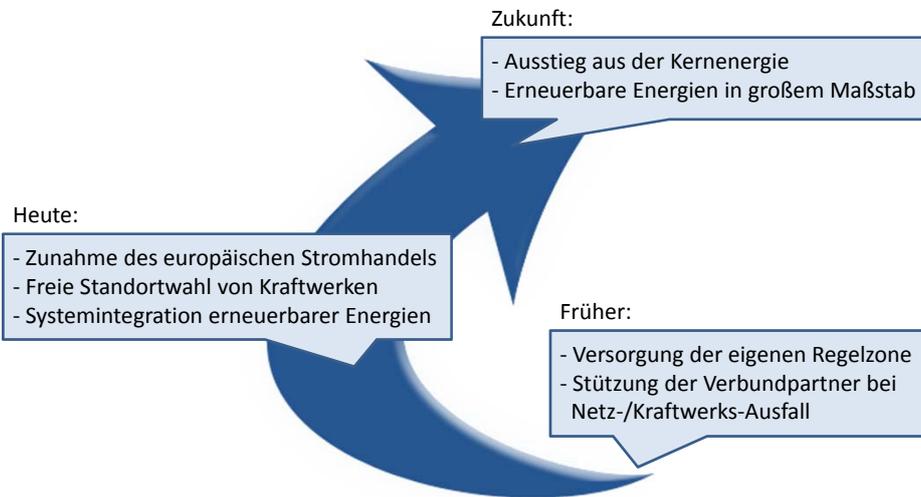
Allgemeine Rahmenbedingungen (u.a.)

- Energiewirtschaftliche Notwendigkeit
- Einhaltung des (n-1)-Kriteriums
- Versorgungszuverlässigkeit

Veränderung der Rahmenbedingungen

- Liberalisierung der Energiemärkte
- Erhöhung der Stromtransporte
- Gestiegener Anteil erneuerbarer Energien

Rahmenbedingungen im Wandel der Zeit



Quelle: Gerald Kaendler, Rolf Neumaier: "Übertragungsnetz der Zukunft – auf dem Weg zum Overlaynetz", FNN-Fachkongress Netztechnik 2011

Jürgen Fabian

Graz, 16.02.2012

12. Symposium Energieinnovation

Übertragungstechnologien

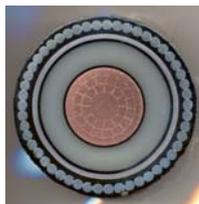
- Hochspannungs-Drehstrom-Übertragung (HDÜ)
- Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ)

Elektrische Leitungssysteme zur Energieübertragung

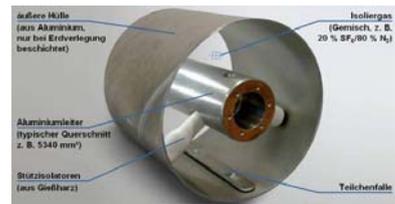
Freileitung



Kabel



Gasisolierte Leitung (GIL)



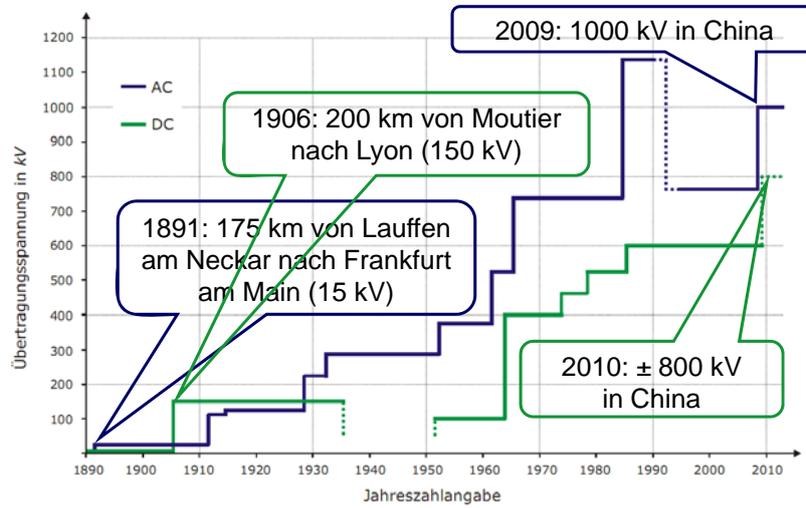
Bildquellen: [1], [2], [3]

Jürgen Fabian

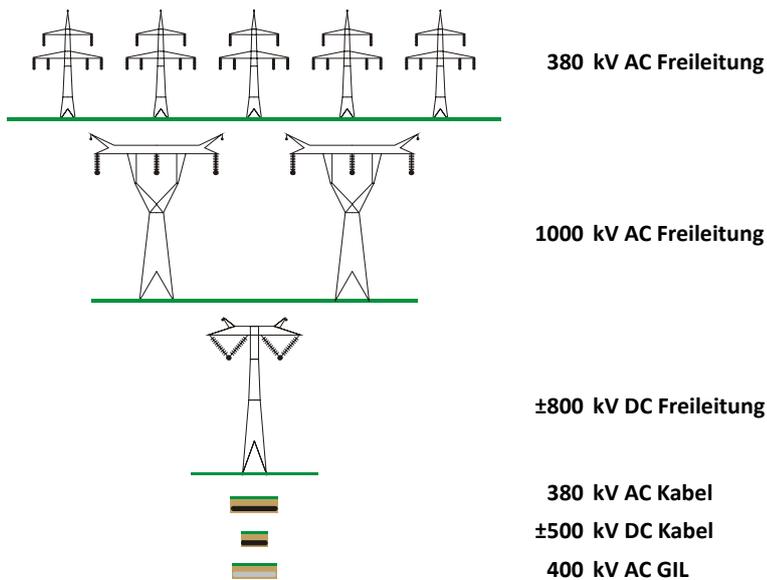
Graz, 16.02.2012

12. Symposium Energieinnovation

Entwicklung der Übertragungsspannung von AC und DC



Quelle: Thomas Kern: „System- und Technologievergleich von UHV – Übertragungssystemen“, Diplomarbeit IHS, 2009



Quelle: Thomas Kern: „System- und Technologievergleich von UHV – Übertragungssystemen“, Diplomarbeit IHS, 2009



Jürgen Fabian

Graz, 16.02.2012

12. Symposium Energieinnovation

Vergleich Freileitung, Kabel und GIL

Ausgewählte Parameter	Freileitung			Kabel		GIL
	380 kV AC	1000 kV AC	±800 kV DC	380 kV AC	±500 kV DC	400 kV AC
Übertragungsleistung P in MW	7000					
Übertragungslänge l in km	600					
Anzahl der notwendigen Übertragungssysteme n	10	2	1	7	5	4
Übertragungsleistung pro System P_S in MW	700	3500	7000	1000	1400	1750
Gesamte Kompensationsblindleistung Q_x in MVar	~-3900	~-5340	-	41416	-	8280
Anzahl der notwendigen Stationen	3	3	2	25	2	7
Anzahl der erforderlichen Transformatoren	20	24	48	14	48	24
Gewichtsbelag einer Phase G' in kg/m	6,581	13,271	14,312	~ 58	~ 90	-
Trassenausnutzung T_η in MW/m	33,33	50,72	129,63	352,47	621,67	388,89
Gesamtes Aushubvolumen V in Mio m ³	<	<	<	19,26	10,5	19,26
Absolute Übertragungsverluste in MW	367,1	138,44	76,94	177,2	41,9	380,2
Prozentuelle Übertragungsverluste	5,24 %	1,98 %	1,1 %	2,53 %	0,6 %	5,43 %
Erforderlicher Flächenbedarf A in km ² ohne Stationen	126	82,8	32,4	11,92	6,76	10,8
Verhältnis des erforderlichen Flächenbedarfs in p.u.	18,64	12,25	4,79	1,76	1	1,6

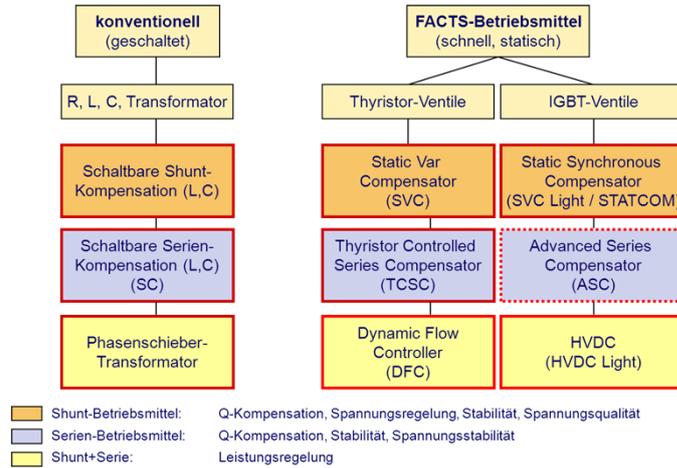
Quelle: Thomas Kern: „System- und Technologievergleich von UHV – Übertragungssystemen“, Diplomarbeit IHS, 2009

Jürgen Fabian

Graz, 16.02.2012

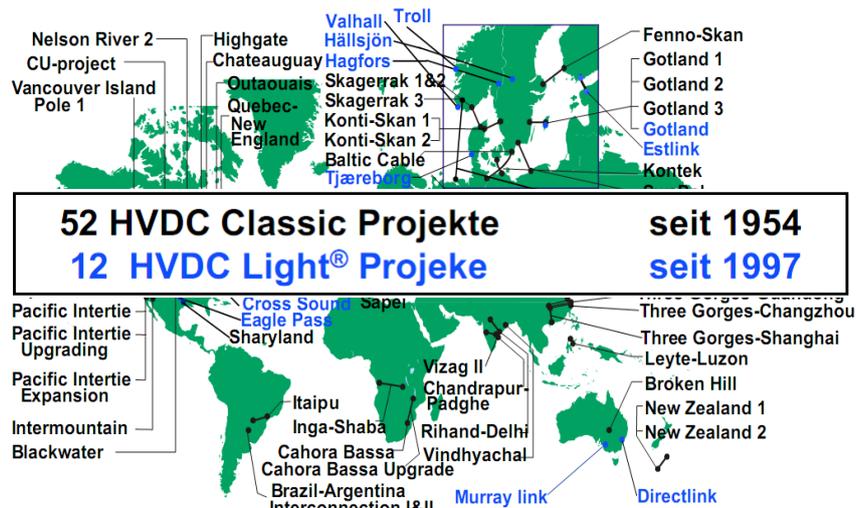
12. Symposium Energieinnovation

Möglichkeiten zur Netzregelung im Elektroenergiesystem



Quelle: [4], [5]

HGÜ- Projekte: „Classic“ (Thyristor-Technik) und „Light®“(IGBT-Technik)

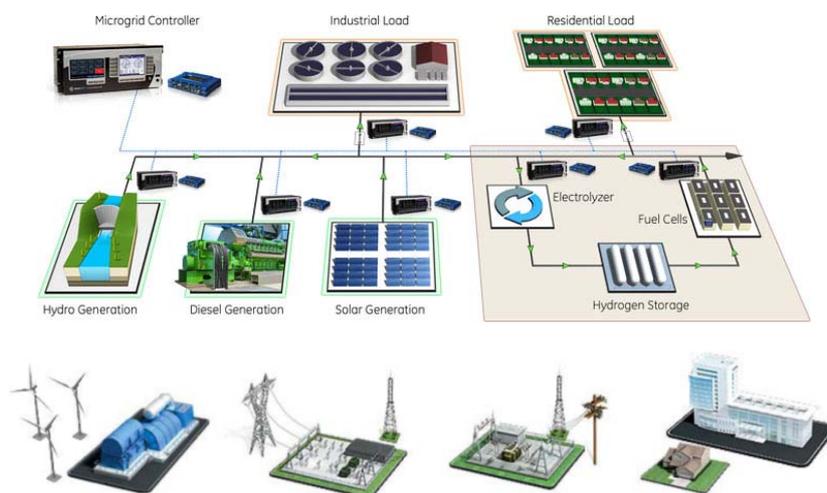


Quelle: Günter Stark: „Energieübertragung mit HGÜ – Technologie und Projektbeispiele“, ABB AG, Mannheim, 25.03.2009

Mögliches Elektro-Energiesystem der Zukunft

- Dezentrale erneuerbare Aktivnetze (“Smart Grids”)
- Zentrale “Supergrids” zum elektrischen Energietransport großer Mengen über weite Strecken
- Systemintegration von leistungsstarken Offshore-Windparks
- Systemintegration von leistungsstarken Solaranlagen (“Desertec”)
- Pumpspeicherkraftwerke in Zentraleuropa

Smart Grid – „smartes Gesamtsystem“



Quelle: GE Smart Grid, [6]

Super Grid – „smartes Gesamtsystem“



Quelle: DESERTEC

Jürgen Fabian

Graz, 16.02.2012

12. Symposium Energieinnovation

Zusammenfassung und Ausblick

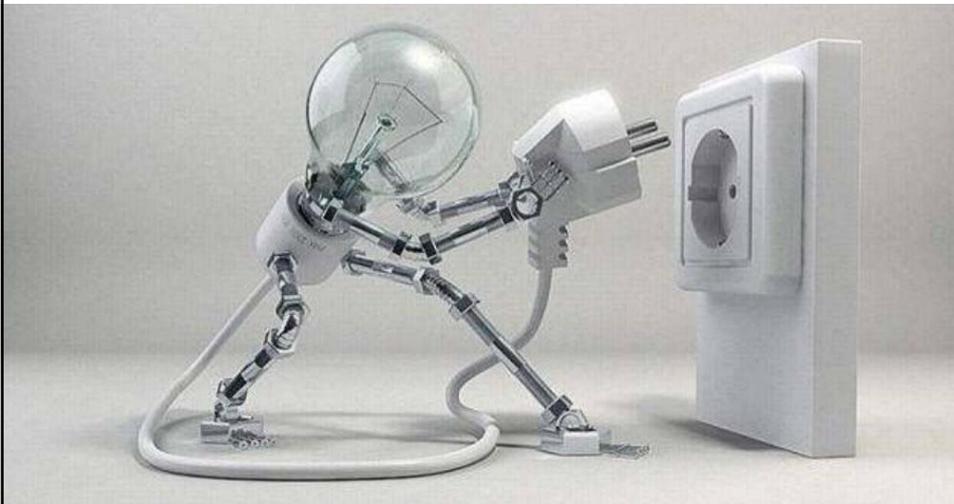
- Ein leistungsstarkes Transportnetz ist Voraussetzung für die Übertragung großer Mengen elektrischer Energie aus erneuerbaren Energieträgern
- PSTs, FACTS und HGÜ können zur Lastflusssteuerung eingesetzt werden
- PSTs und FACTS als alternative Möglichkeit zur Drehstrom-Netzverstärkung (kurz- bis mittelfristig)
- Langfristig ist ein Netzausbau unabdingbar

Jürgen Fabian

Graz, 16.02.2012

12. Symposium Energieinnovation

Danke für Ihr Interesse und Ihre Aufmerksamkeit!



Literatur- und Bildquellen

- [1] <http://www.gevestor.de/thema/verbund-ag.html>
- [2] http://www.worzyk.com/cable_design_ger.html
- [3] <http://www.energy.siemens.com/hq/de/stromuebertragung/gasisolierte-uebertragungsleitungen.htm>
- [4] Jutta Hanson: „HGÜ und FACTS – erhöhte Flexibilität bei der Leistungsübertragung“, e&i, November 2005, 122. Jahrgang
- [5] Jutta Hanson: „Maßnahmen zur höheren Ausnutzung von Hoch- und Höchstspannungstrassen“, CIGRÉ/CIRED Inforeveranstaltung, 28.11.2007
- [6] GE Smart Grid,
http://www.gedigitalenergy.com/multilin/smartgrid_innovations.htm,
heruntergeladen am 17.01.2012
- [7] DESERTEC Red Paper, 3. Auflage, <http://www.desertec.org>,
heruntergeladen am 28.12.2010