



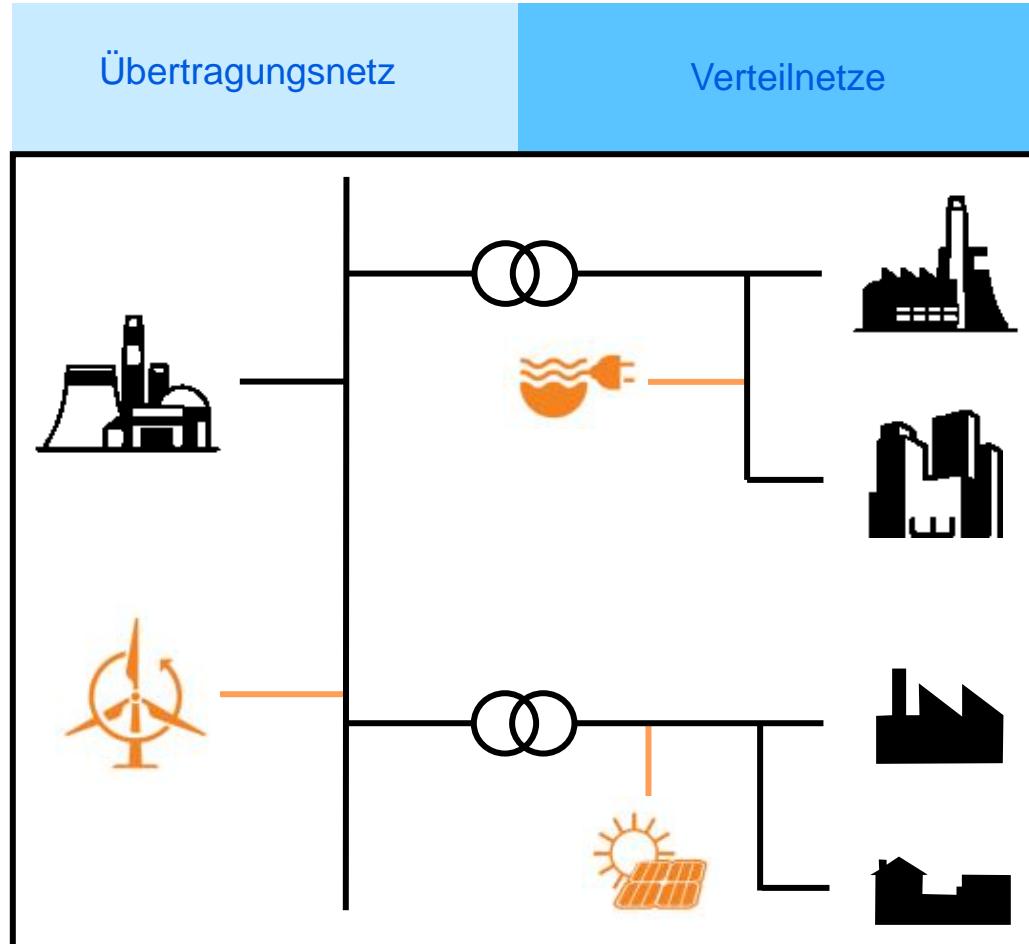
Peter K. Steimer, Vice President Innovation, Power Conversion, ABB Schweiz

Energiespeicherung im Smart Grid



Das elektrische Versorgungsnetz

Die neue Architektur



Veränderungen

- Reduktion der CO₂-Emissionen in der Energieerzeugung
- Einspeisung von Wind- und Solarenergie im ganzen Netz
- Volatilität der erneuerbaren Energien (Flaute, Wolken)

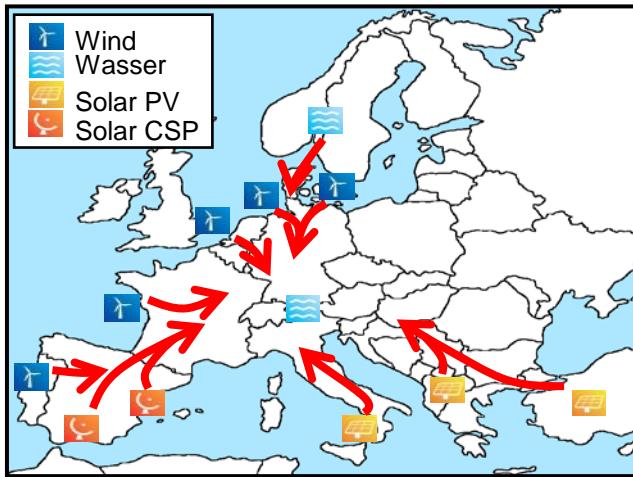
Herausforderungen

- Übertragung der elektrischen Energie über grössere Distanzen
- Dynamische Netzstabilisierung und **Energiespeicherung**



Das elektrische Versorgungsnetz

Die Übertragungsdistanzen nehmen zu



Heute

- Erzeugung in Grosskraftwerken nahe der Ballungszentren
- Transportdistanzen von 50 – 200 km

Zukünftig

- Potente Quellen erneuerbarer Energie sind weit entfernt von Ballungszentren
 - Wind entlang Küstenlinien, v.a. in Nordeuropa
 - Solarenergie in Südeuropa
- Skandinavien und Alpenländer als wichtigste **Energiespeicher** Europas
- Typische Transportdistanzen von 500 – 1500 km

Regenerative Energiequellen

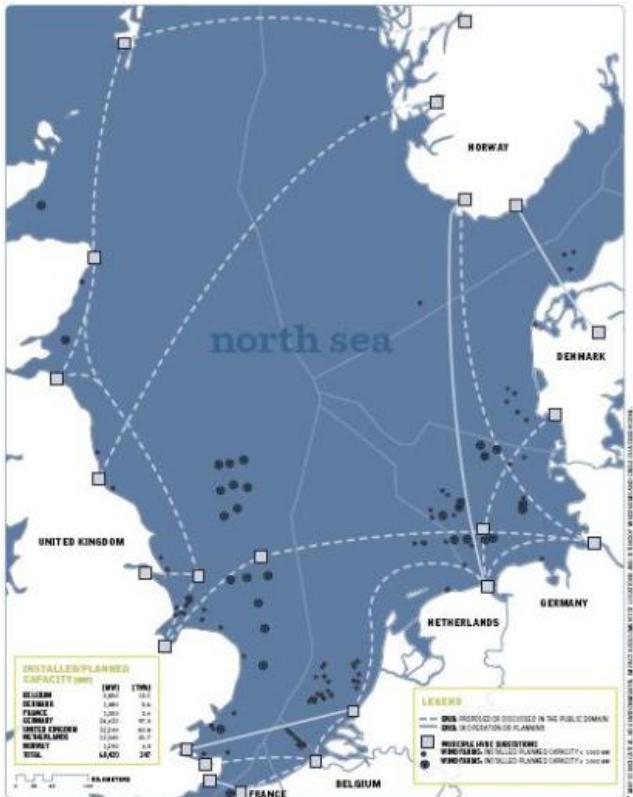
Dynamik von Windenergie und Photovoltaik



- Deutschland per 31.12.2012
 - 15% erneuerbare Energien in der Stromerzeugung
- Windkraftwerke (10% Beitrag): 31.4 GW / 55 TWh
 - Wachstumsrate 2011-12: 7%
- Solarkraftwerke (5% Beitrag) 32.9 GW / 29 TWh
 - Wachstumsrate 2011-12: 34%
 - Neuinstallationen 2012: 7.4 GW / 6.4 TWh
- Die Erfahrungen und Daten (Photovoltaik) aus Deutschland erlauben genaue Aussagen in Bezug auf zu erwartende Energieflüsse mit mehr erneuerbaren Energien
 - In der Schweiz und in Europa

Regenerative Energiequellen

Die Rolle der Wasserkraft



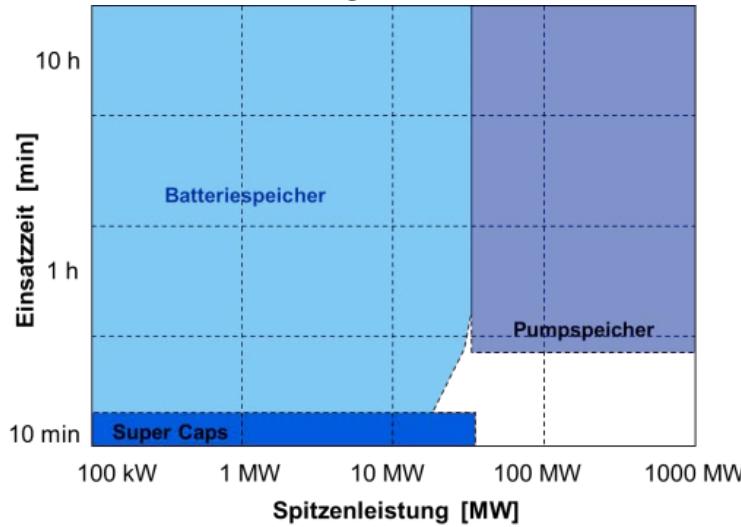
- Wind und Solar sind auf Wasserkraftwerke angewiesen
 - Die Wasserkraft aus Norwegen stabilisiert heute das Netz in Dänemark (> 30% erneuerbare Energien per 2012)
- Verbesserte Ankopplung der europäischen Wasserkraftwerke ist notwendig (Supergrid 2050)
 - Neue Nord-Süd-Verbindungen und Anbindung der Alpenländer
 - Weiterer Netzausbau in der Nordsee
- Hochspannungsgleichstrom-Übertragung (HGÜ) als wichtiges Element

Regenerative Energiequellen

Die Rolle der Energiespeicher



- Einsatz von Batteriespeichern im unteren Leistungssegment
 - Trend: höhere Eigennutzung in Gebäuden und in Solarparks
 - Installation vorzugsweise direkt bei der Solarenergieerzeugung

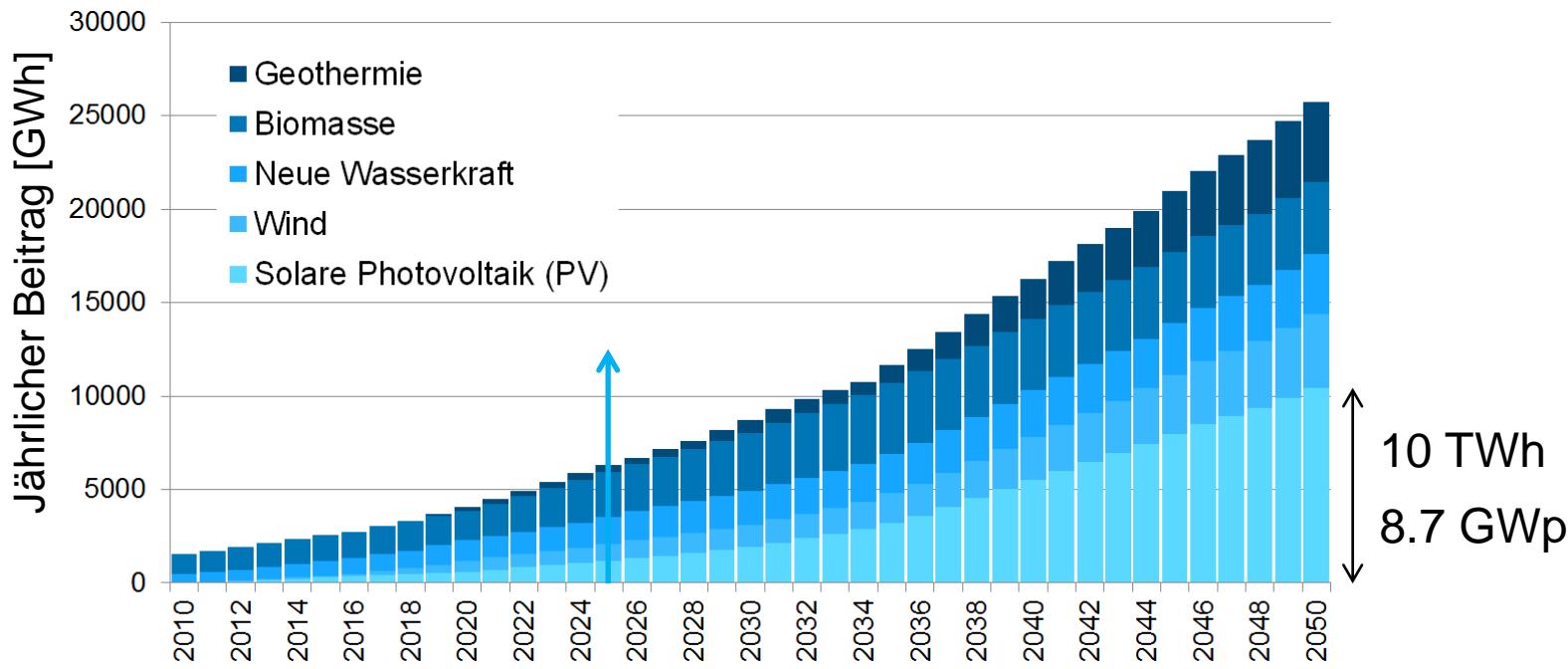


- Einsatz von Pumpspeicherkraftwerken im oberen Leistungssegment
 - Nachhaltig wirtschaftlich
 - Tiefste Investitionskosten und Unterhaltskosten pro kWh

Die Schweizer Energiestrategie 2050

Roadmap für regenerative Energien

Datenquelle:
BfE, Energiestrategie
2050 (24. Sept 2012)

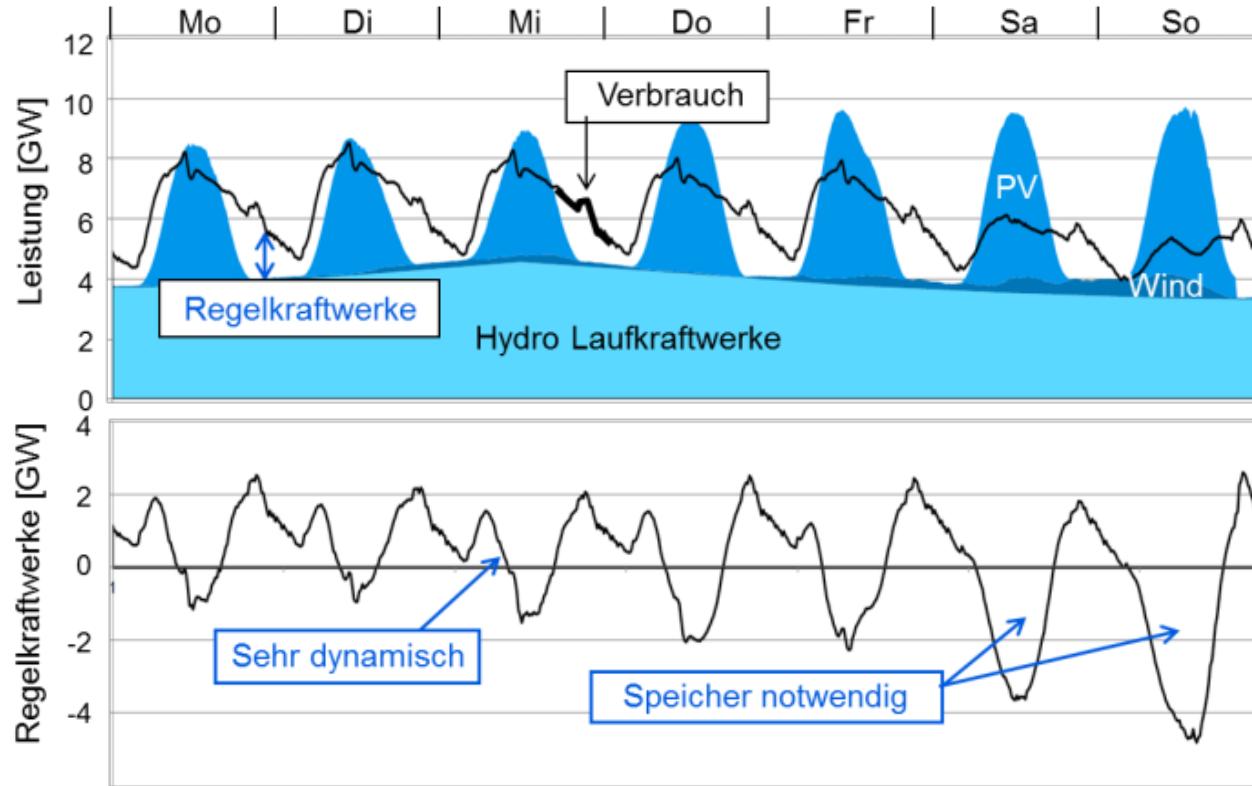


- Totalverbrauch 2012: 63.4 TWh (inkl. Netzverluste von ca. 6%)
- Alternative Zielsetzung Swissolar: 12 TWh PV bis 2025 (20%)

Herausforderungen regenerativer Energiequellen Schweiz im Szenario 2050: Beispielwoche im Juni

Verbrauch:
63 TWh, skaliertes
Verbrauchsprofil 2012

Generation:
Wind = 3.9 TWh,
Solar = 10.4 TWh
Hydro = 19 TW,
skalierte Profile von
2012



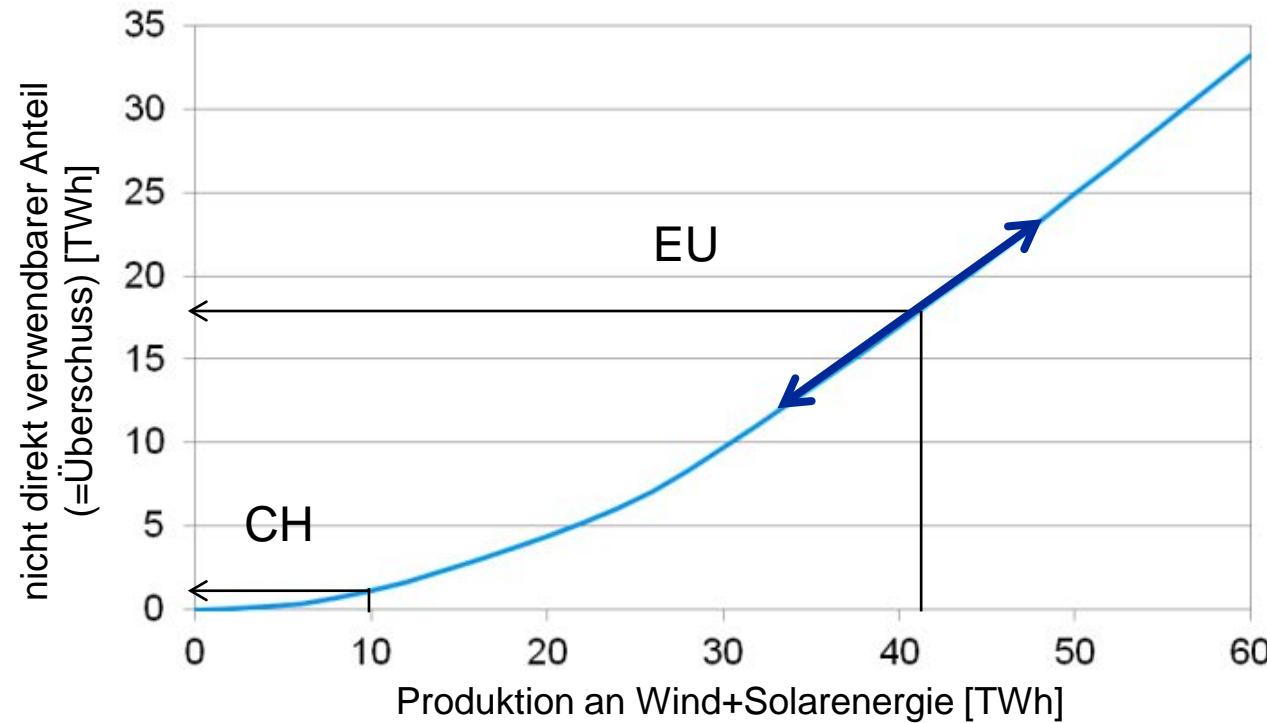
- Regelkraftwerke
 - Kernkraftwerke, Gasturbinen, Hydro-Speicherwerke, Biomasse, Geothermie, neue Pumpspeicherkraftwerke

Herausforderungen regenerativer Energiequellen

Diskrepanz zwischen Erzeugung und Verbrauch

Totalverbrauch = 60
TWh. Generation:
Laufkraftwerke = 16
TWh, Speicherwerke
= 19 TWh,
Solar+Wind =
variabel (jeweils 80%
Solar, 20% Wind)

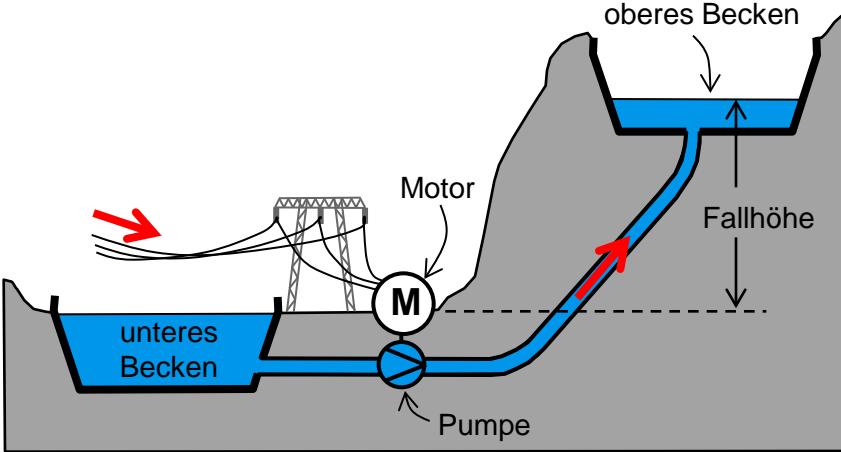
Keine Speicherung,
kein Demand Side
Management (DMS),
keine Importe und
Exporte



- Speicherkraftwerke sind notwendig, um eine gute Nutzung der erneuerbaren Energien zu erreichen
 - Für Schweiz eher kleiner, aber grosser Bedarf im EU-Verbund

Pumpspeicherung

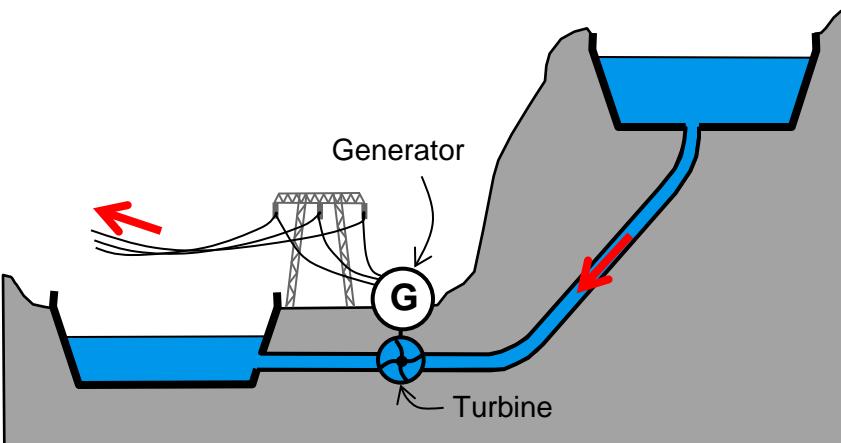
Prinzip



- **Einspeicherung**

- Wasser wird vom Unterbecken ins Oberbecken gepumpt
- Prinzip: Konvertierung von Elektrizität in potenzielle Energie ($E = m \cdot g \cdot h$)¹

¹ E = Energie (J), m = Masse (kg), g = Gravitationskonstante (= 9.81), h = Fallhöhe (m)



- **Rückspeisung**

- Entladung des Oberbeckens via Turbine
- Prinzip: Konvertierung von potenzieller Energie in Elektrizität

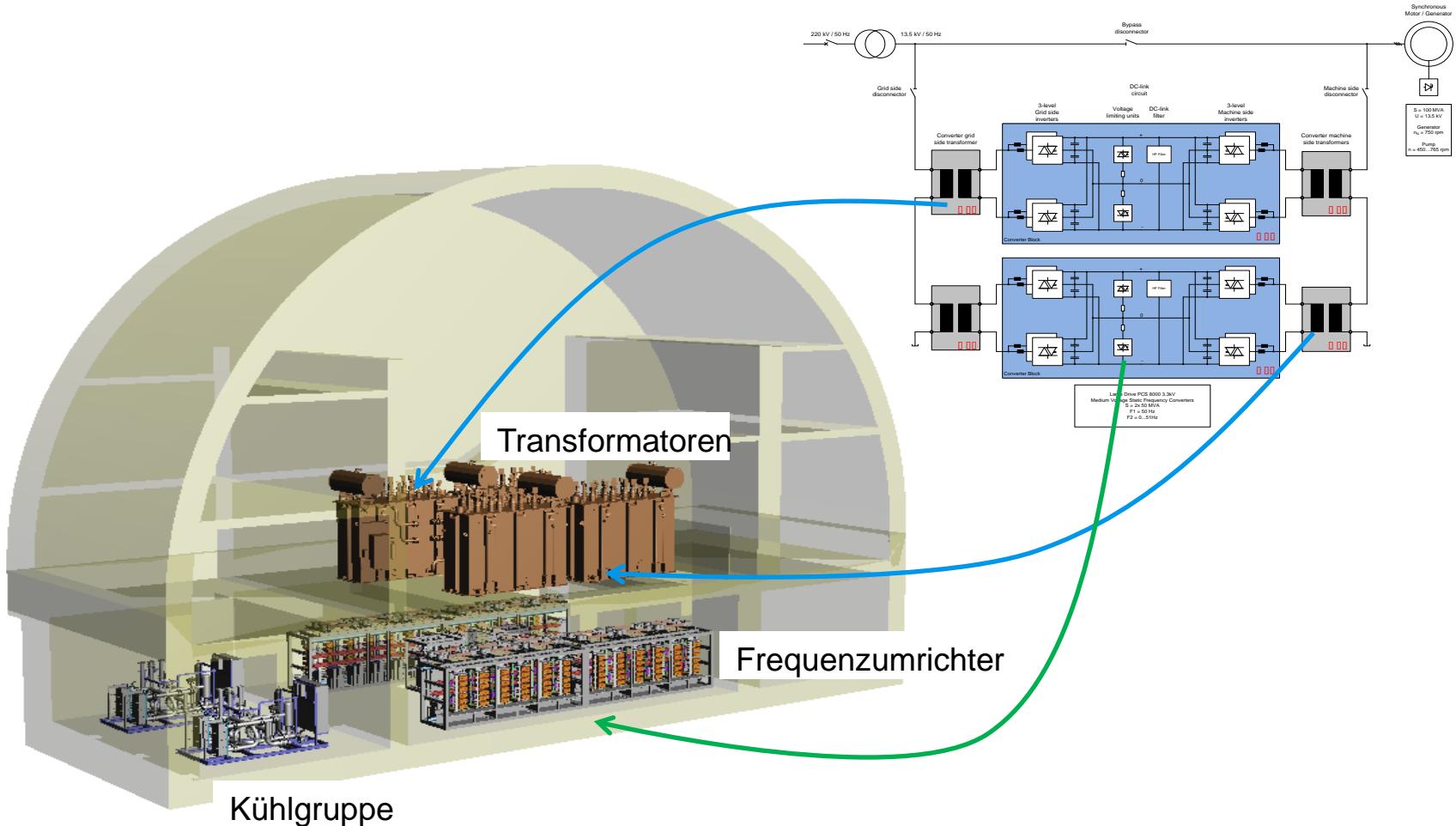
Der Umrichter im Grimsel 2

Converter Fed Synchronous Machine (CFSM)



- Produkt: ABB PCS8000 XLD
- Drehzahlvariabler Betrieb bei Grimsel 2 mit PCS 8000 XLD
 - Umrichter Nennleistung: 100 MVA / 100 MW
(Weltrekord Hydro)
 - Pumpbetrieb Nennleistung 94 MW @ 51 Hz
 - Drehzahl Variation 600...765 rpm (40...51 Hz)
 - Wirkungsgrad Umrichtersystem >97% @ Pump-Nennleistung
 - Kühlung: Wasser
- Mögliche Betriebsarten:
 1. Turbinenbetrieb
 2. Pumpbetrieb mit / ohne Umrichter
 3. Netzstützung (Spannungsregelung)

Der Umrichter im Grimsel 2 PCS 8000 XLD Anlagenanordnung





Der Umrichter im Grimsel 2

PCS 8000 XLD - Impressionen



Frequenzumrichter
Zwischenkreisfilter



Frequenzumrichter
Leistungsteil



Frequenzumrichter
Spannungsbegrenzer

Converter Fed Synchronous Machine (CFSM)

Grimsel 2: eine Referenz



- KWO verbraucht für die Produktion von Regelenergie kein wertvolles Wasser
 - Energieeffizienter Betrieb der Pumpen
- Ist die Referenz für Pumpspeicherlösungen der Zukunft
 - basierend auf Vollumrichtertechnologie (CFSM)
 - Weltweit grösster Vollumrichter für Hydro
- Beitrag zur Stabilisierung des Netzes
 - Dynamische Spannung- und Frequenzstützung und wird an Bedeutung gewinnen

Power and productivity
for a better world™

