



Justus Mylius, 28. TechnikTreff Berlin, 6. September 2011

Energieeffiziente Bahnstromversorgung Referenzanlagen + Betriebserfahrung

Übersicht

- Der Statische Frequenzumrichter für Bahnstromversorgung
- Referenzen
- Zuverlässigkeit & Verfügbarkeit
- ABB Stromrichterfamilie

Einsatz in Europa



Die Bahnstromumrichteranlage

- Energieübertragung vom 50-Hz-Netz ins 16,7-Hz-Netz

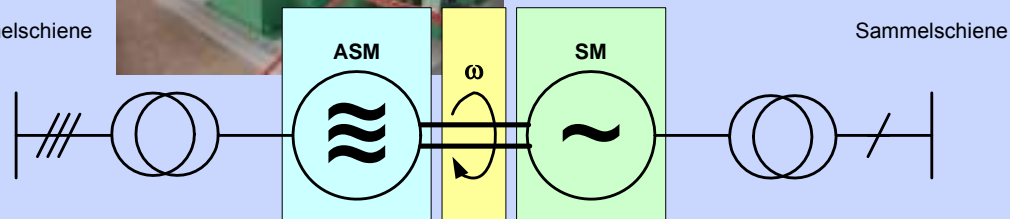
50 Hz Drehstrom
Landesnetz



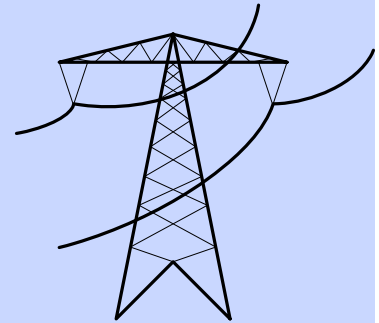
Sammelschiene



Rotierender
Frequenzumrichter



16,7 Hz Bahnnetz



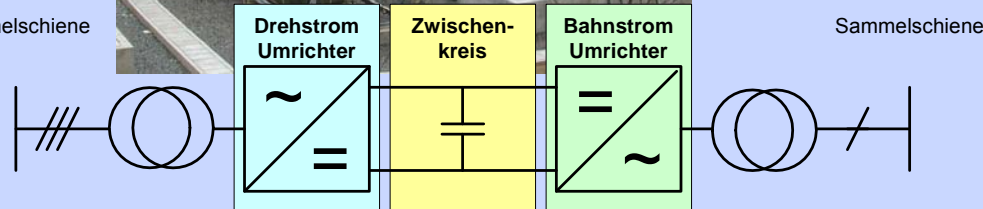
Die Bahnstromumrichteranlage

- Energieübertragung vom 50-Hz-Netz ins 16,7-Hz-Netz

**50 Hz Drehstrom
Landesnetz**

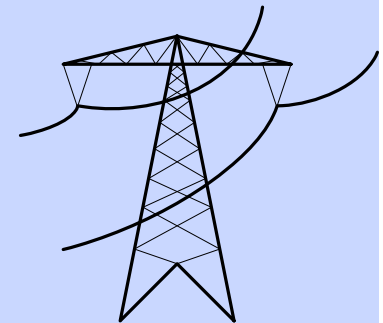


Sammelschiene



**Statischer
Frequenzumrichter**

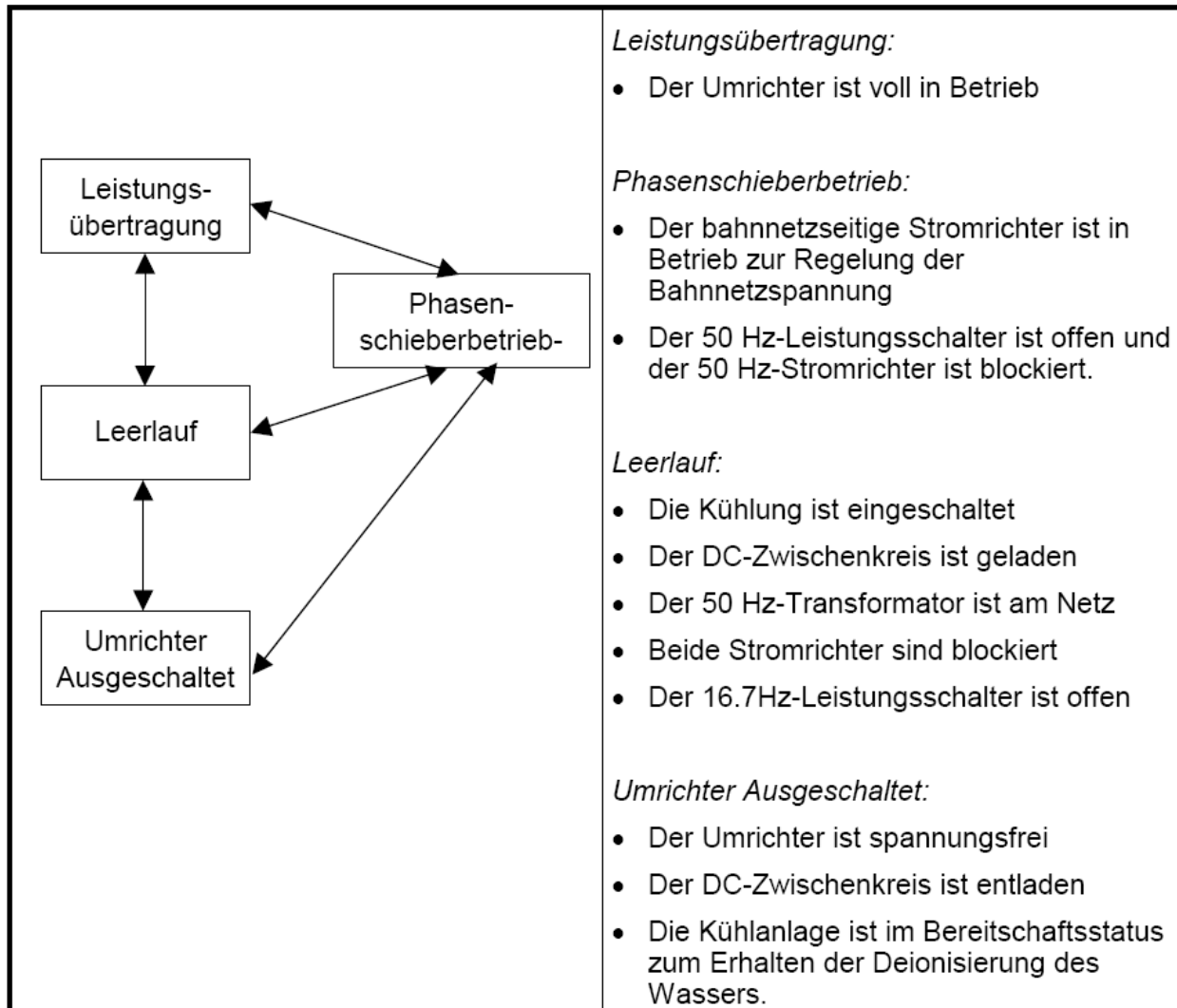
16,7 Hz Bahnnetz



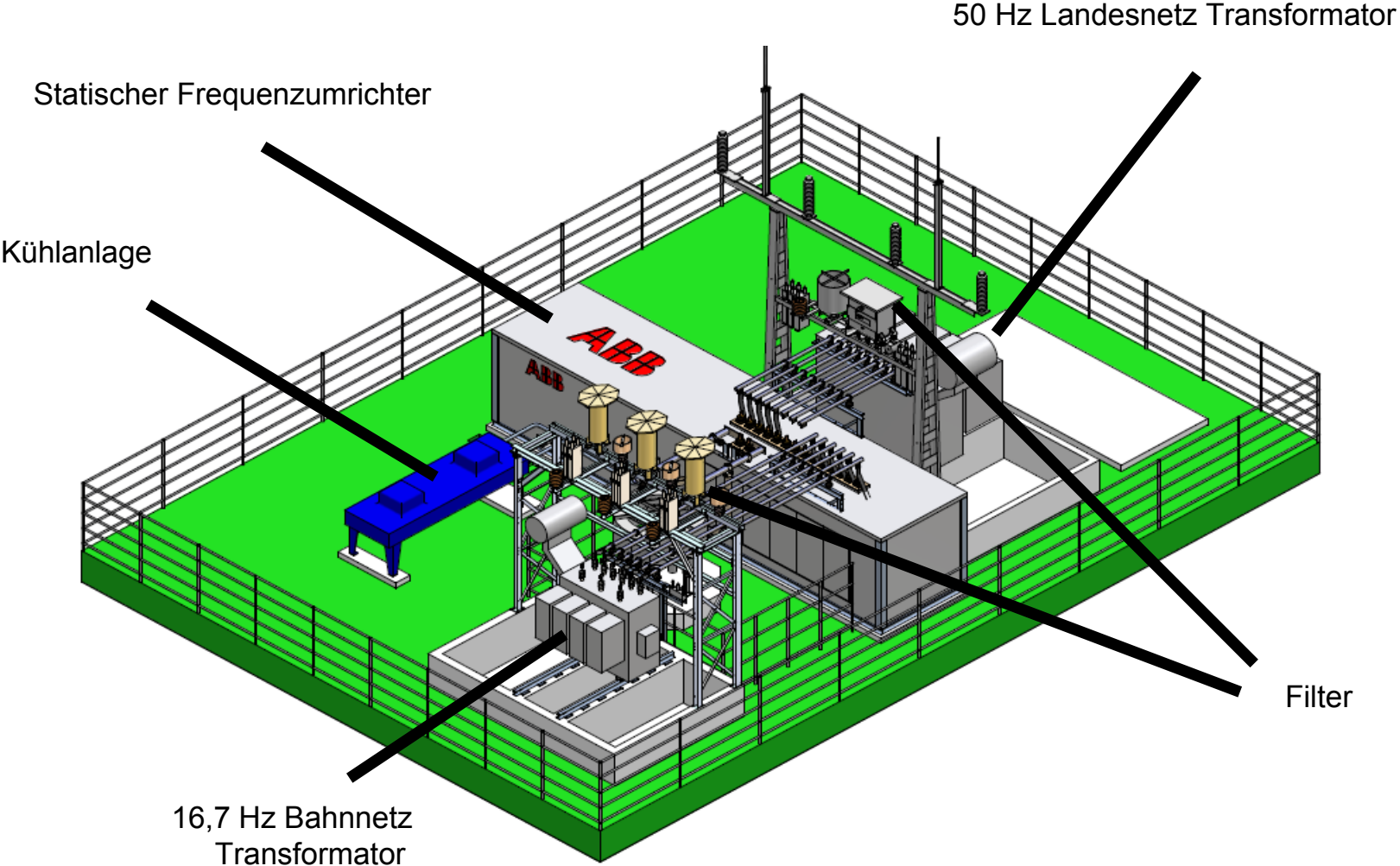
Vorteile des statischen Frequenzumrichters

- Hoher Wirkungsgrad - auch bei Teillastbetrieb - und exzellente Verfügbarkeit.
- Kurze Liefer- und Inbetriebsetzung Zeiten.
- Minimale Stillstandzeiten für Wartungsarbeiten.
- Hochflexible Wirk- und Blindleistungsregelung.
- Einfache Bedienung durch Menüführung.
- Energiemanagement durch beidseitige Energieflussrichtung möglich.

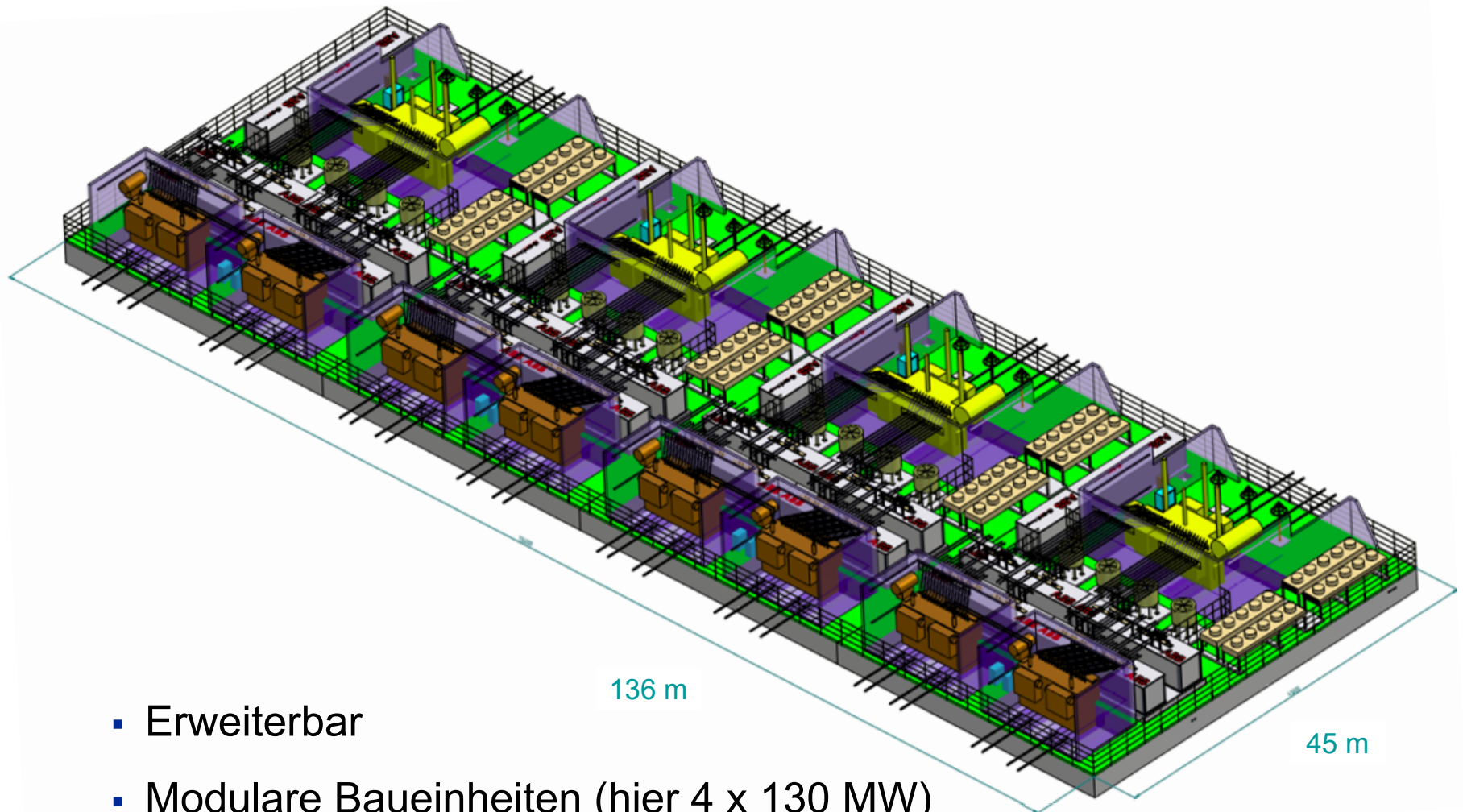
Betriebsarten Umrichter



Hauptkomponenten einer moderne Umrichteranlage



Ausführung in allen Grössen



- Erweiterbar
- Modulare Baueinheiten (hier 4 x 130 MW)

Die Umrichtereinheit

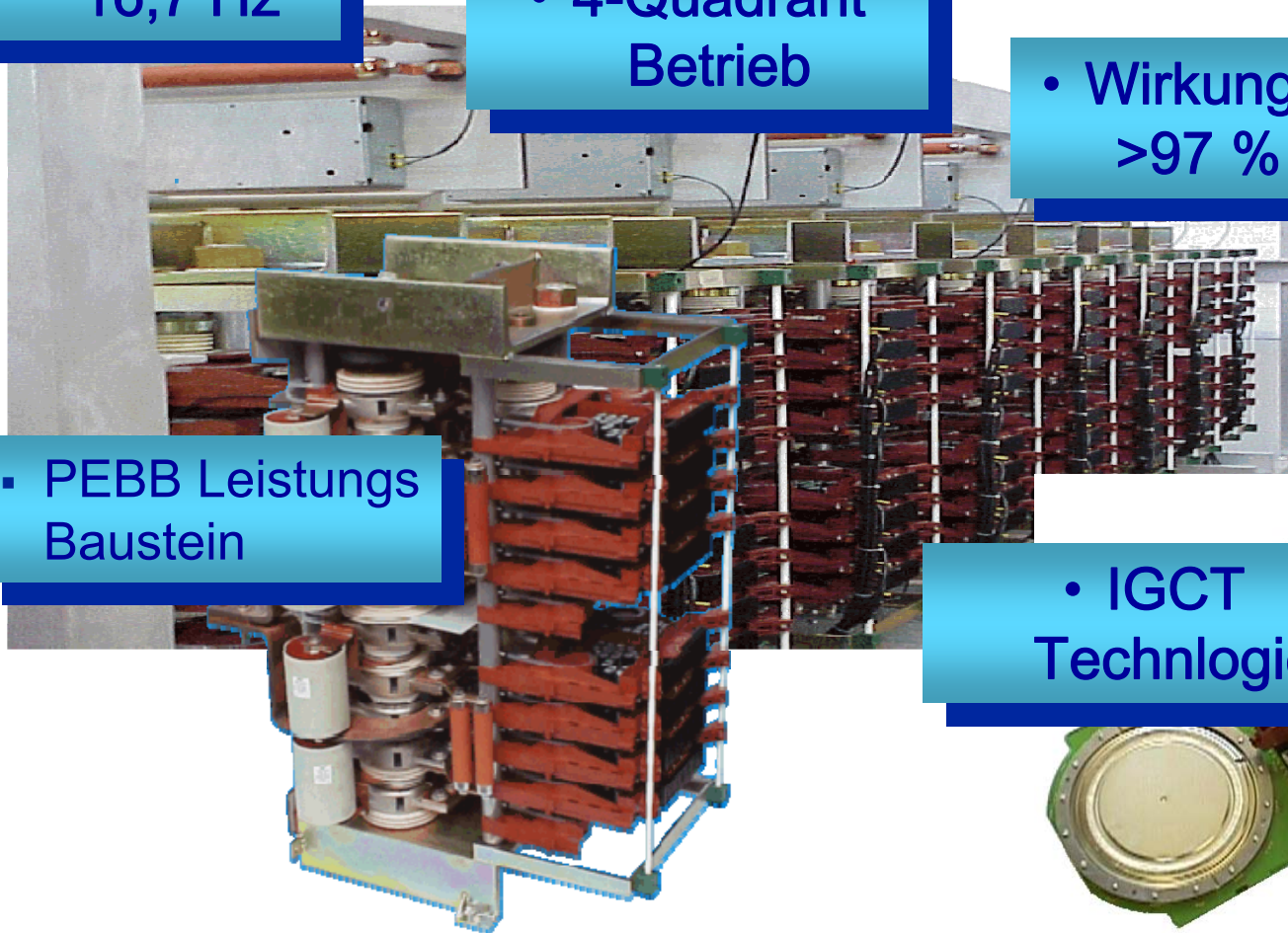
- 50 Hz \leftrightarrow 16,7 Hz

- 4-Quadrant Betrieb

- Wirkungsgrad >97 % (Vollast)

- PEBB Leistungs Baustein

- IGCT Technologie

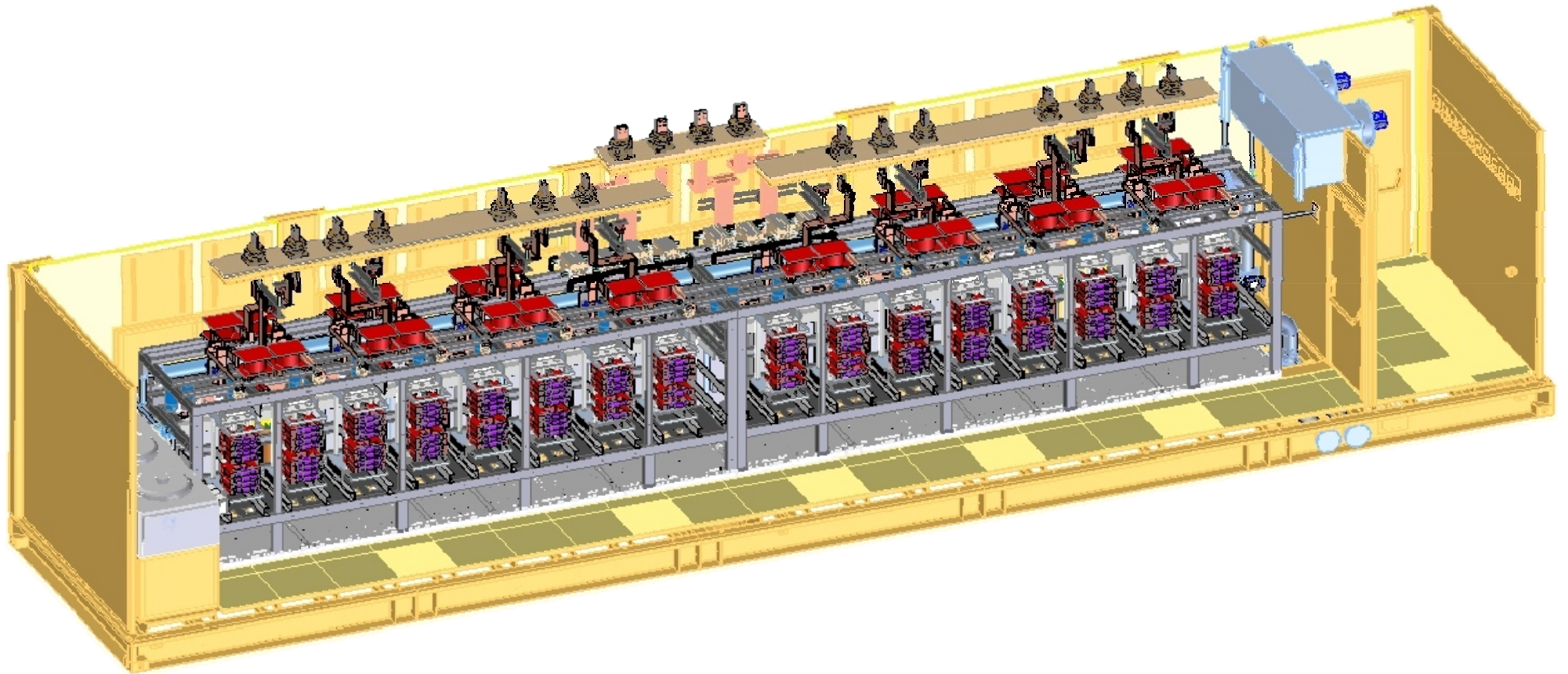


Die Halbleiterelemente im PEBB - IGCT

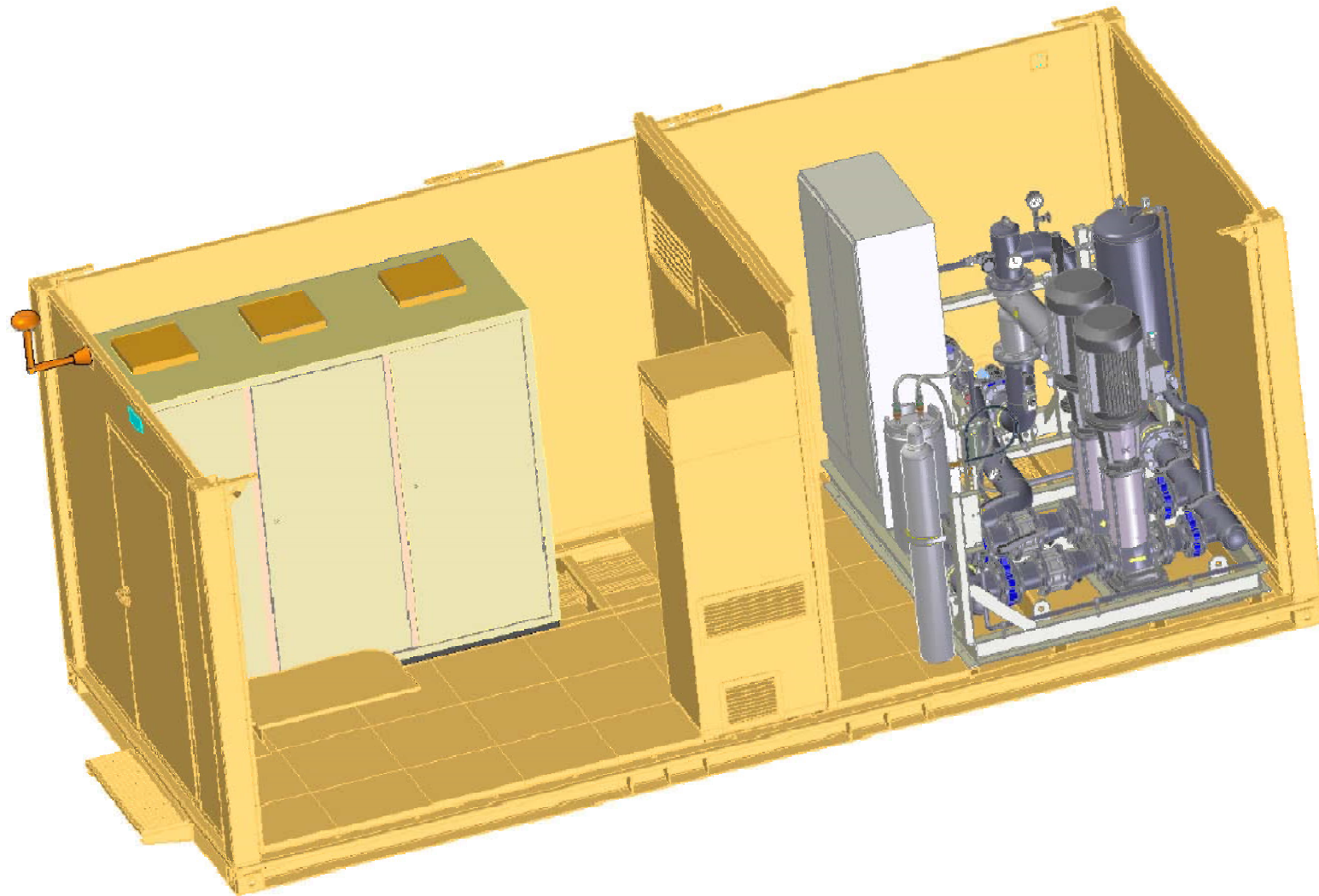


- Der IGCT (Integrated Gate-Commutated Thyristor) hat einen ähnlichen Aufbau wie der Thyristor. Auch er kann durch einen kurzen Stromimpuls am Gate (ähnlich wie beim Thyristor) eingeschaltet werden.
- Der Vorteil dieses Bauelementes im Vergleich zum Thyristor liegt darin, dass er anders als der Thyristor auch ausgeschaltet werden kann. Hierzu muss kurz ein negativer Strom dem Gate entzogen werden.
- Der IGCT ist eine Weiterentwicklung des GTO's. Er kann schneller als der GTO den Strom abschalten (wenige Mikro - Sekunden).

Konstruktionszeichnung einer Umrichtereinheit

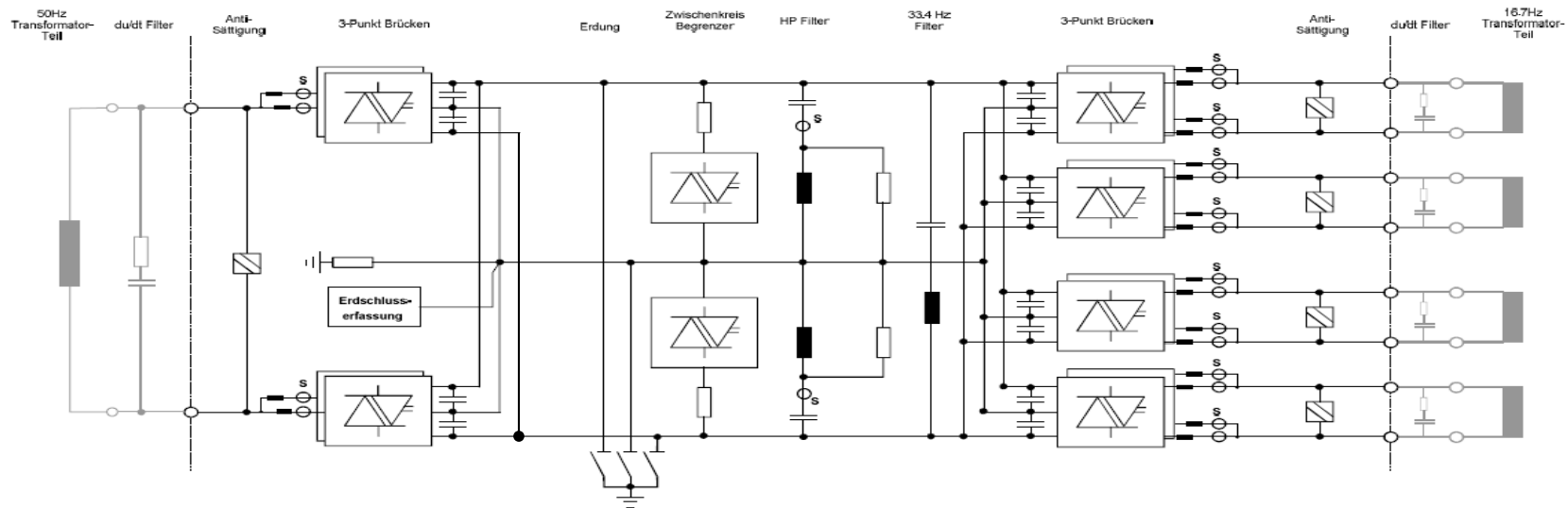


Kontrollschranke und Rückkühleinheit



Übersichtsschema Umrichtereinheit

Parallelschaltung 30MW (2x15MW Umrichter)



- wassergekühlte Dreipunkt-Doppelphasenmodule basierend auf 4,5kV-IGCTs
- 50Hz-Seite: 3x2 Doppelphasenmodule
- 16,7Hz-Seite: 4x2 Doppelphasenmodule

Referenzen



Erste Einheiten in Betrieb
seit 1994 Thyristor / GTO
(2 x 25 MVA)

Thyristor / IGCT - 1996 & 1999
(1 x 100 & 2 x 66 MVA)



Einheiten mit heutiger
IGCT Technologie in Betrieb
seit 2000

**Gesamtleistung > 1000 MVA
mit bewährter Technik und langjähriger Felderfahrung**

Referenzen: DB Energie



2 Einheiten (Wolframshausen)

30 MW / 37,5 MVA

110 kV; 50Hz ↔ 15 kV; 16,7 Hz

Direkte Verbindung zum
Fahrdraht



8 Einheiten (Limburg)

120 MW / 150 MVA

20 kV; 50Hz ↔ 110 kV; 16,7 Hz

Hochgeschwindigkeitsverbindung
Frankfurt – Köln (280 km/h)

Referenzen: DB Energie



2 Einheiten in Genin (Lübeck)

30 MW / 37,5 MVA

110 kV; 50Hz ↔ 15 kV; 16,7 Hz

Direkte Verbindung zum Fahrdrabt

Referenzen: RhB / Schweiz



RhB

Bever & Landquart
2 Einheiten
36 MW / 40 MVA

55kV (110kV); 50Hz ↔
66kV; 16.7Hz



Referenzen: Zentralbahn / Schweiz Obermatt (Engelberger Tal)



Dauerwirkleistung Vollbetrieb: 50Hz – 16,7 Hz / 3 MW

Max Energierücklieferung: 16,7 Hz – 50 Hz / 2,8 MW

Einstellbare Blindleistung 16,7 Hz Seit: -2,8 .. +3,8 MVar

Kurzzeitige Überlast

Wirkleistung während 6 min für $\cos(\varphi)=1$ / 8,6 MW

Spannungsstützende Blindleistung Bahnseite bei 3MW / 20 MVar_{cap}

Verfügbarkeit des ersten DB Standard Umrichters in Düsseldorf (15 MW)

DB hat einen Umrichter bei ABB und einen Umrichter bei einem
Mitbewerber bestellt

In Betrieb seit Sept. 2000 (11 Jahre)

- MTBF = 48'114 Std
- MTTF = 48'108 Std
- MTTR = 9.12 Std
- Durchschnittlicher Wartungsstop pro Jahr SOT= 19.34 Std
- Verfügbarkeit durch Zufallsausfälle (A = 99.90 %)
- Gesamtverfügbarkeit (EA = 99.68 %)

Der ABB-Umrichter übertraf die Kundenerwartung bei weitem!!!

Verfügbarkeit der 8 x15 MW Umrichter in Limburg Versorgung der Schnellfahrstrecke FFM - Köln



In Betrieb seit Sep 2002 / 2005 (67 Jahre)

- MTBF = 22'936 Std
- MTTF = 22'922 Std
- MTTR = 14.5 Std

Durchschnittlicher Wartungsstop pro Jahr (SOT= 17.7 Std)

Verfügbarkeit durch Zufallsausfälle (A = 99.86%)

Gesamtverfügbarkeit (EA = 99.65%)

Verfügbarkeit der 2 x 30 MW Umrichter in Timelkam (Region Salzburg) / ÖBB



In Betrieb seit Juli 2009 (3.7 Jahre)

- MTBF + MTTF = 32'600 Std
- MTTR = 0.00 Std

Durchschnittlicher Wartungsstop pro Jahr (SOT = 28,8 Std)

Verfügbarkeit durch Zufallsausfälle (A = 100 %)

Gesamtverfügbarkeit (EA = 99.78 %)

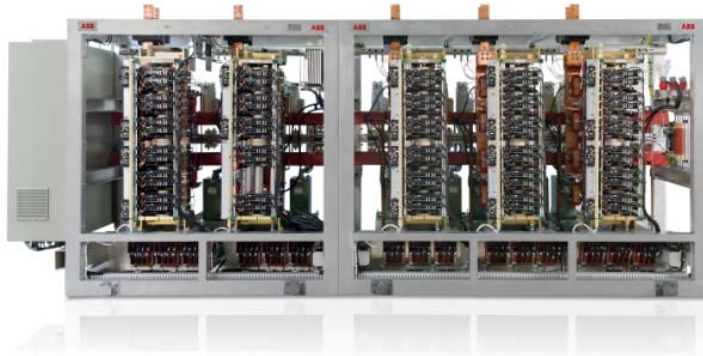
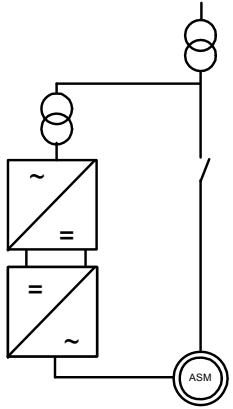
ABB-Mittelspannungsumrichter PCS Umrichterfamilie



- Bahnstromumrichter
- AC Erregung
- Shore to Ship Verbindung
- STATCOM
- Extra große Antriebssysteme
- Spezial Anwendungen



ABB-Mittelspannungsumrichter AC Erregung

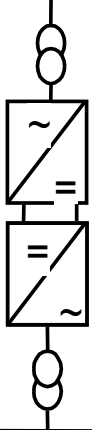


- Erregereinrichtung für Induktionsmaschinen
- Pumpspeicherkraftwerke



ABB-Mittelspannungsumrichter Shore-to-Ship Einspeisung

Grid1; U_1, f_1



Grid2; U_2, f_2



- Anbindung des Schiffs an das elektrische Hafennetz, Verminderung des Schadstoffausstosses während der Liegezeit im Hafen (50 Hz ↔ 60 Hz)

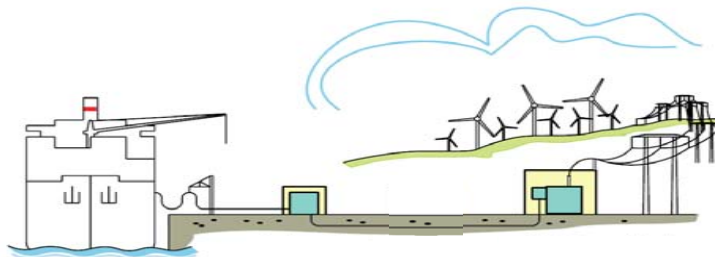
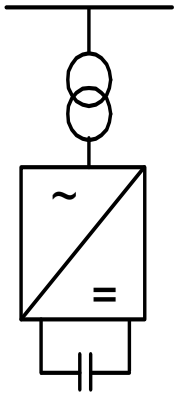


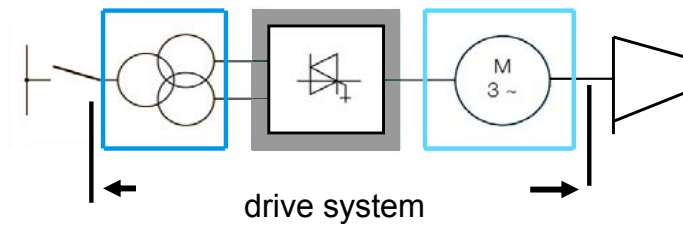
ABB-Mittelspannungsumrichter STATCOM



- Grid code compliance in Wind Parks
- Netzunterstützung, z. B. bei Motoranlauf, Lichtbogenöfen
- Spannungsregelung



ABB-Mittelspannungsumrichter Spezialantriebe



- Sehr grosse drehzahlvariable Antriebe
- Bei quadratischem Drehmomentlasten (z.B. Pumpen, Lüfter) in Kraftwerken, Ö&G Industrie u.a.

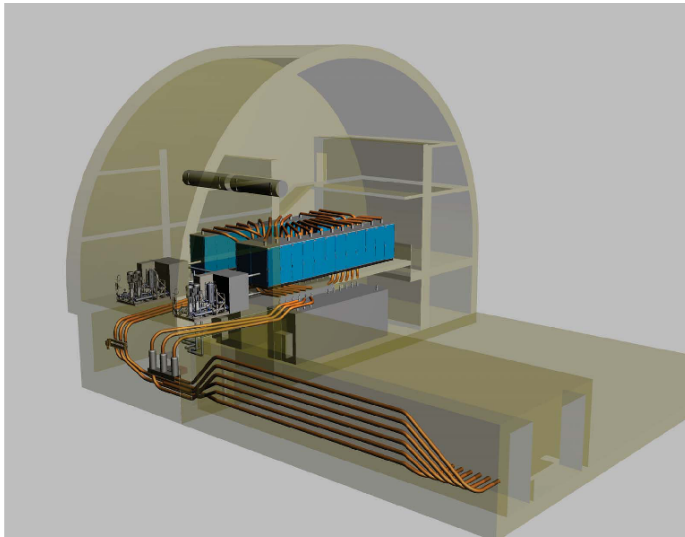
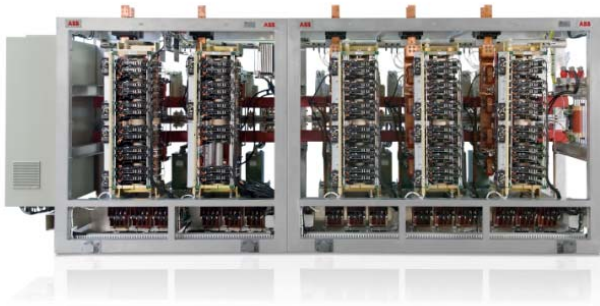


ABB-Mittelspannungsumrichter Spezialanwendungen



- Verbindung verschiedenerer Netze > 100 MW z.B. Industrieverbraucher mit weichem Netz
- Prüfstände, z.B. Windturbinen
- Ersatz rotierender Umformer
- Andere



Zusammenfassung

Der ABB-Frequenzumrichter

- Deckt einen weiten Bereich von Wirk- und Blindleistung ab.
- Ist flexibel einsetzbar für eine Vielzahl von Anwendungen, z. B. Inselbetrieb, Parallelbetrieb mit anderen statischen oder rotierenden Umformern.
- Beherrscht „Negative Sequence Control“ bei Schmelzöfen und andere unsymmetrischen Belastungen des Netzes.
- Zeichnet sich durch eine außerordentlich hohe Verfügbarkeit aus.

**Power and productivity
for a better world™**

ABB