

# UHVDC – 4000 MW: Energiefluss im Blick

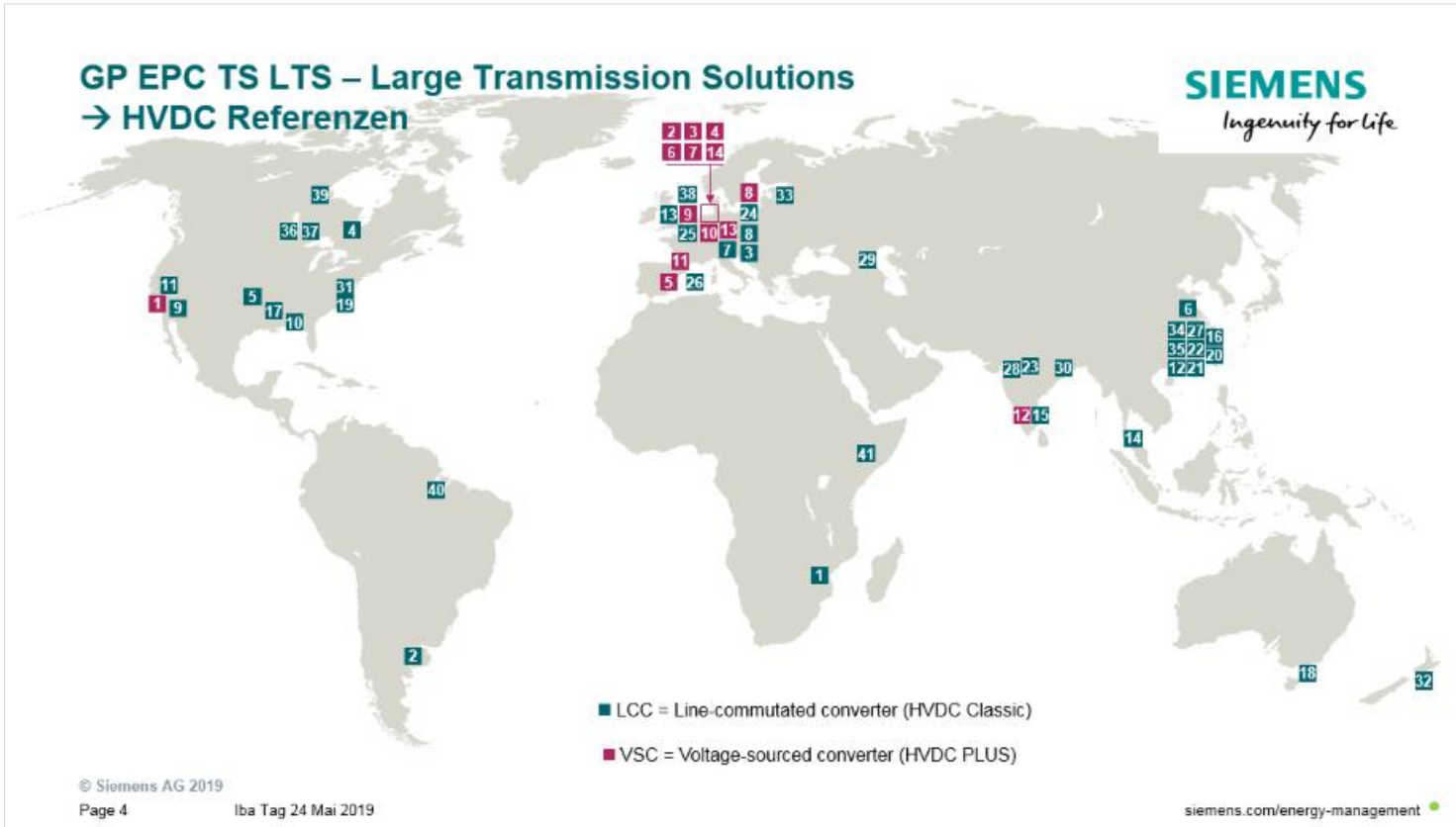
**Belo Monte - Brazil**

500kV AC /  $\pm 800$ kV DC

iba Tag 24.05.2019

# UHVDC – 4000 MW: Energiefluss im Blick Belo Monte – Brazil 800 kV DC

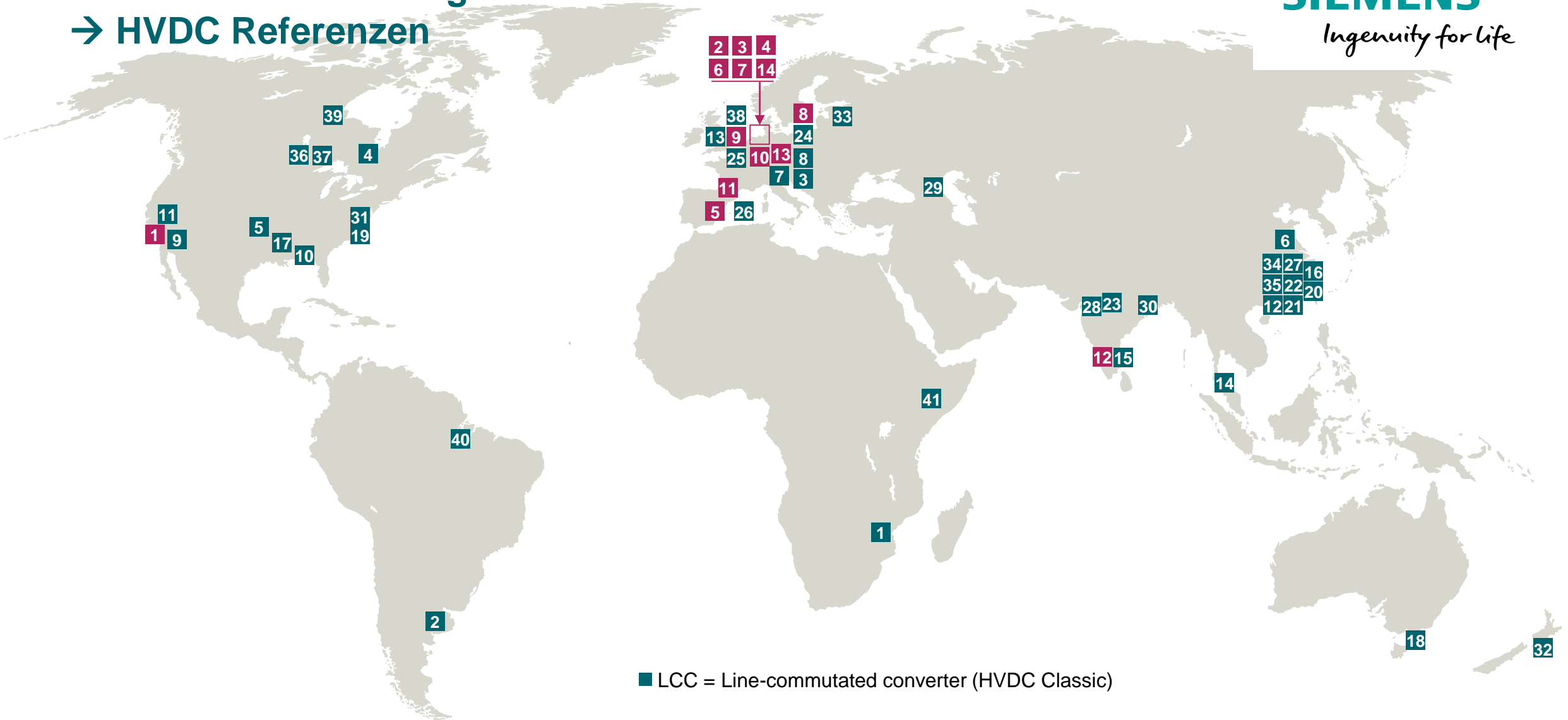
## HVDC bei Siemens



**GP** – Gas and Power,  
**EPC** - Engineering, Procurement and Construction,  
**TS** – Transmission Solutions  
~ 4000 Mitarbeiter,  
**LTS** - Large Transmission Solutions  
~ 900 Mitarbeiter,  
davon am meisten bei  
**GP EPC TS LTS ENEC-HVDC** mit  
~ 560 Mitarbeiter

**HE** Hardware Engineering  
~ 80 Mitarbeiter

# GP EPC TS LTS – Large Transmission Solutions → HVDC Referenzen



- LCC = Line-commutated converter (HVDC Classic)
- VSC = Voltage-sourced converter (HVDC PLUS)

# HVDC Referenzen LCC /1

No.	Commissioning	Project name	Country	No.	Commissioning	Project name	Country
1	1975	Cahora Bassa (1975/1998)	South Africa - Mozambique	17	2005	Lamar	USA
2	1981	Acaray	Paraguay	18	2006	Basslink	Australia
3	1983	Dürnrohr	Austria	19	2007	Neptune RTS	USA
4	1984	Poste Chateauguay	Canada	20	2008	Guizhou – Guangdong II	China
5	1987	Virginia Smith	USA	21	2009	Yunnan – Guangdong	China
6	1989	Gezhouba – Nanqiao	China	22	2010	Xiangjiaba -Shanghai	China
7	1993	Etzenricht	Germany	23	2010	Ballia – Bhiwad	India
8	1993	Wien-Suedost	Austria	24	2010	Storebaelt	Denmark
9	1995	Sylmar East Valve Reconstruction	USA	25	2011	BritNed	UK – Netherlands
10	1997	Welsh 1995/2017	USA	26	2012	COMETA	Spain
11	1997	Celilo 1997/2004	USA	27	2012	Jinping – Sunan	China
12	2000	Tianshengqiao- Guangzhou	China	28	2012	Mundra – Haryana	India
13	2001	Moyle Interconnector	UK	29	2012	Black Sea Transmission Network	Georgia
14	2001	Thailand-Malaysia	Thailand-Malaysia	30	2013	Back-to-Back Bangladesh (2013/2018)	Bangladesh
15	2003	East-South Interconnector II and Upgrade	India	31	2013	Hudson	USA
16	2004	Guizhou – Guangdong	China	32	2014	Inter-Island link Pole 3	New Zealand



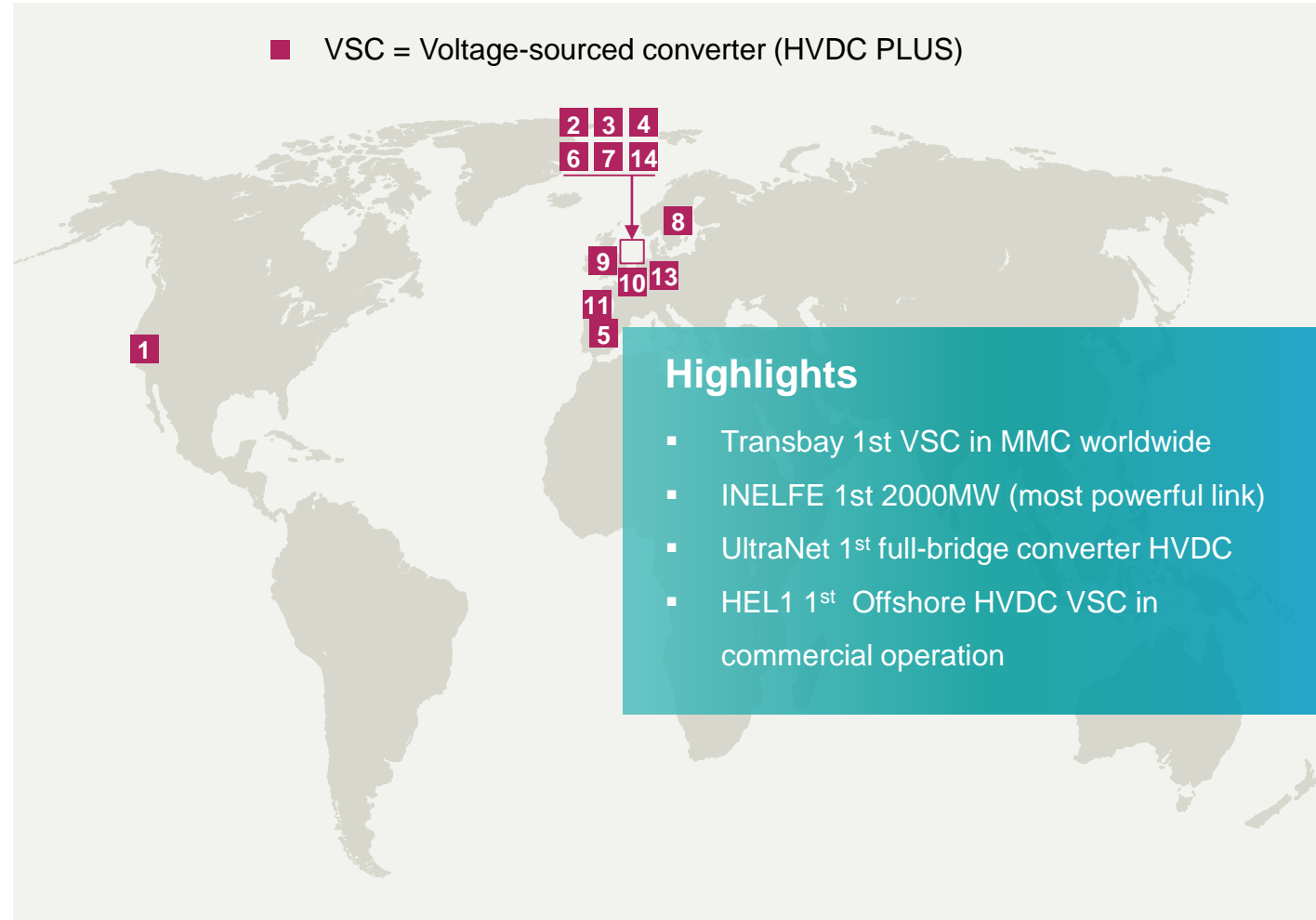
# HVDC Referenzen LCC /2

No.	Commissioning	Project name	Country
33	2014	EastLink 2	Finland –Estonia
34	2014	Xiluodu – Guangdong	China
35	2015	Nouzhadu – Guangdong	China
36	2016	EATL	Canada
37	2016	WATL	Canada
38	2017	Western HVDC Link	UK
39	2018	Nelson River, Bipole 1/2/3 (2004/1997/2018)	Canada
40	2018	Belo Monte 1	Brazil
41	2019	Ethiopia – Kenya HVDC Interconnector	Ethiopia - Kenya



# HVDC Referenzen VSC

No.	Comm.	Project name	Country	configuration
1	2010	Trans Bay Cable	Germany	HB, sym. MP, cable
2	2015	BorWin2	Germany	HB, sym. MP, cable
3	2015	HelWin1	Germany	HB, sym. MP, cable
4	2015	HelWin2	Germany	HB, sym. MP, cable
5	2015	Interconnection Baixas – Santa Llogaia (INELFE)	France – Spain	HB, dual sym. MP, cable
6	2015	SylWin1	Germany	HB, sym. MP, cable
7	2019	BorWin3	Germany	HB, sym. MP, cable
8	2019	Cobra Cable	Denmark – Netherlands	HB, sym. MP, cable
9	2019	Nemo Link	UK-Belgium	HB, sym. MP, cable
10	2020	ALEGrO	Belgium – Germany	HB, sym. MP, cable
11	2020	ElecLink	UK – France	HB, sym. MP, cable
12	2020	PK2000	India	HB, dual sym. MP, OHL + cable
13	2021	Ultranet	Germany	FB, bipole DMR, parallel converter, OHL+cable
14	2023	DoIWin6	Germany	HB, sym. MP, cable



Pioneer in MMC technology & Market Leader of installed VSC Megawatts!

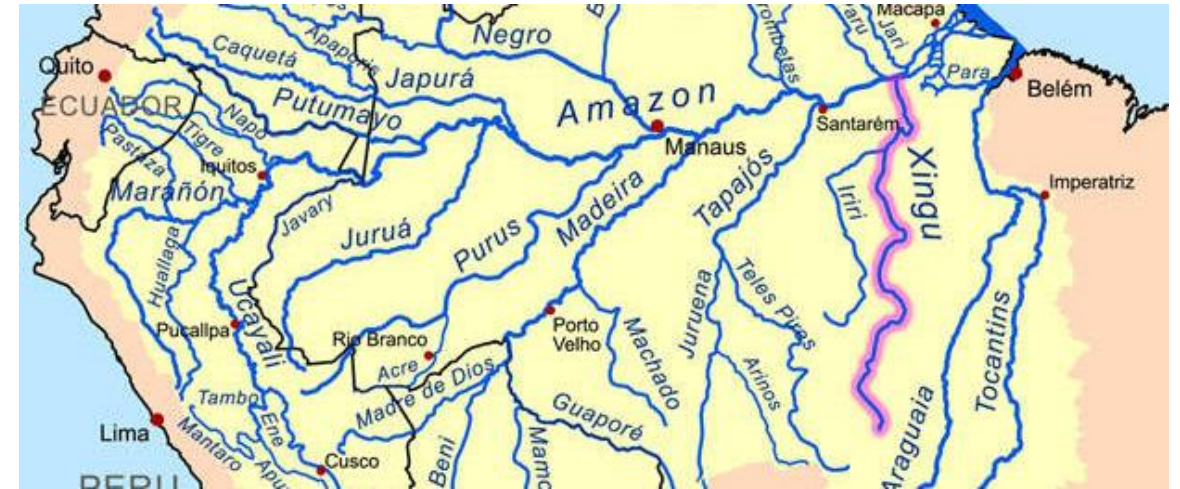
# UHVDC – 4000 MW: Energiefluss im Blick

## Die Energiequelle – eines der größten Wasserkraftwerke

Das **Wasserkraftwerk Belo Monte** ist ein Großprojekt zur Gewinnung von elektrischer Energie aus Wasserkraft am Rio Xingu, einem bedeutsamen Seitenfluss des Amazonas in Brasilien.

Über drei Talsperren wird der Fluss zu **zwei Stauseen** mit einer Fläche entsprechend in etwa der Größe des Bodensees aufgestaut, vorher teils Ackerland und teils Regenwald. Dafür müssen nach offiziellen Angaben voraussichtlich etwa 20.000 Menschen umgesiedelt werden.

Das integrierte Wasserkraftwerk soll nach endgültiger Fertigstellung mit einer installierten Leistung **von** mehr als **11 Gigawatt** das leistungsmäßig drittgrößte Kraftwerk der Welt werden. Die Baukosten liegen im Bereich von 11 Mrd. USD.







# Transport einer Turbinen Antriebswelle 200 t und des Rotors 320 t

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*



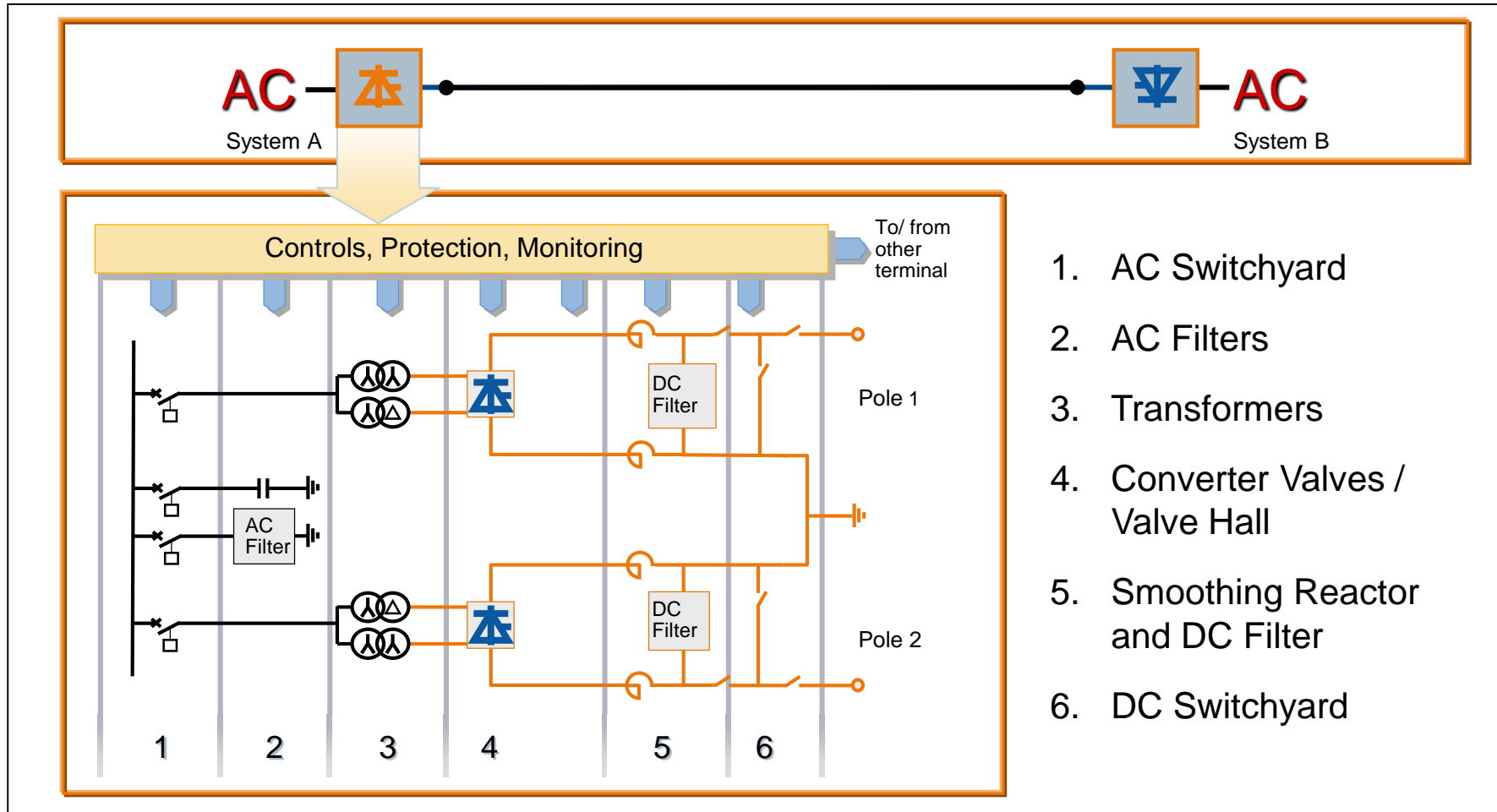
# UHVDC – 4000 MW: Energiefluss im Blick

## Projektübersicht der 800 kV HGÜ Belo Monte



### Steckbrief

Kunde	Belo Monte T. E. SPE S/A
Projekt Name	Belo Monte - HVDC
Lagge	Xingú / PA – Estreito /MG, Brazil
Anlagentyp	<b>4000 MW – 2092 km OHL</b>
Spannungs Pegel	<b>+/- 800 kV DC</b> 500 kV AC / 60Hz
Kosten	~ 640 Mio €
Ventiltechnik	LCC - bipolar
Angebotsbearbeitung	Januar 2013
Auftragsbearbeitung	Oktober 2014
Projektübergabe	Dezember 2017 (2 Monate vor Plan)



1. AC Switchyard
2. AC Filters
3. Transformers
4. Converter Valves / Valve Hall
5. Smoothing Reactor and DC Filter
6. DC Switchyard

# UHVDC – 4000 MW: Energiefluss im Blick Konverter Station Xingu bei Nacht (nördliche Station)

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*

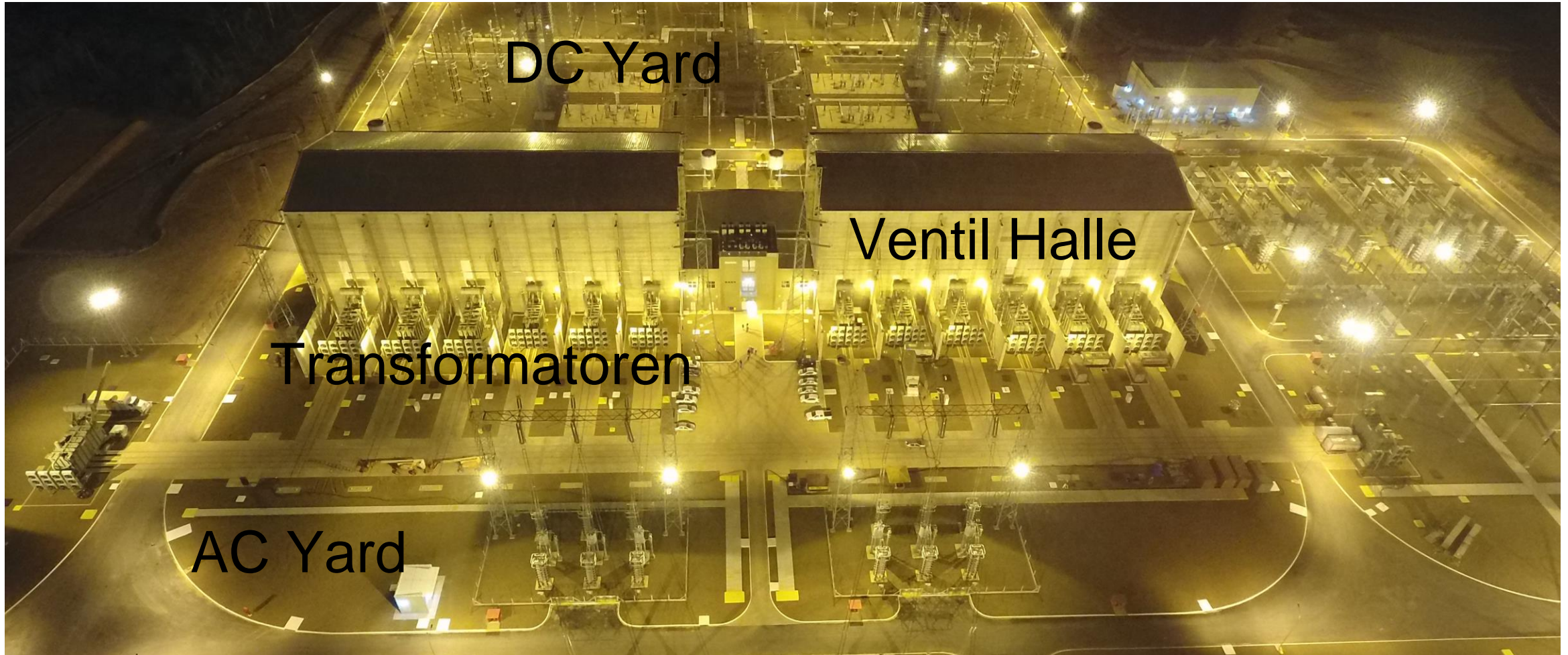


# UHVDC – 4000 MW: Energiefluss im Blick Konverter Station Xingu bei Nacht (nördliche Station)

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*



# UHVDC – 4000 MW: Energiefluss im Blick Konverter Station Xingu - Layout



# UHVDC – 4000 MW: Energiefluss im Blick

## Bucht der Stromrichter Transformatoren – je Phase ein Trafo

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*



# UHVDC – 4000 MW: Energiefluss im Blick

## Die Ventilhalle – das Herz der Konverter Station

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*





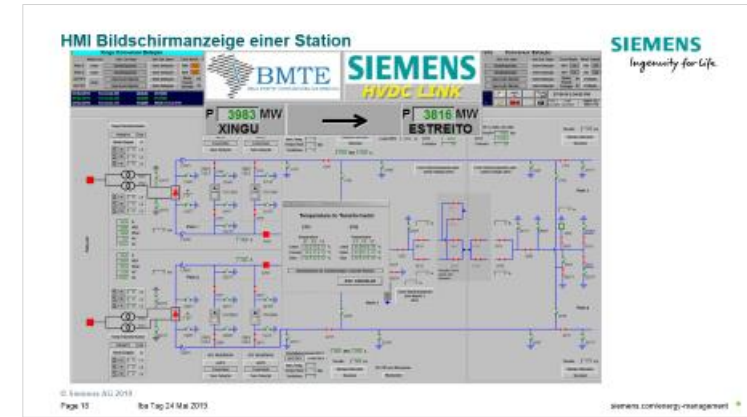
# UHVDC – 4000 MW: Energiefluss im Blick Überwachung einer HGÜ

## Wie behält man nun den Energiefluss im Blick?

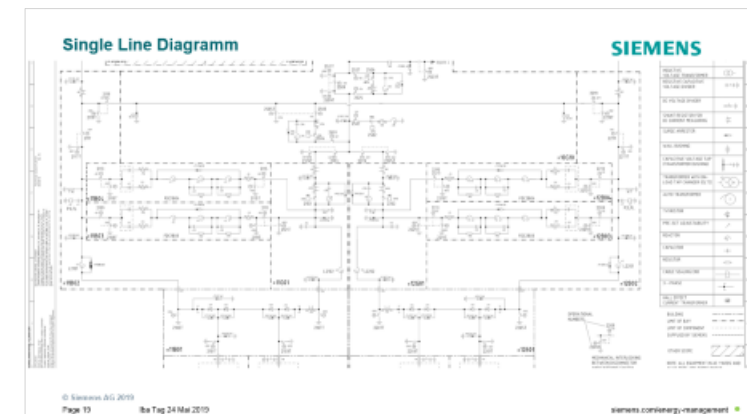
- Siemens HMI mit Anlagenschema und Trendanzeige
- iba Störschreiber  
Messwerverfassung, Aufzeichnung, Echtzeitview  
und Analyse

## Wie entsteht ein Transient Fault Recorder?

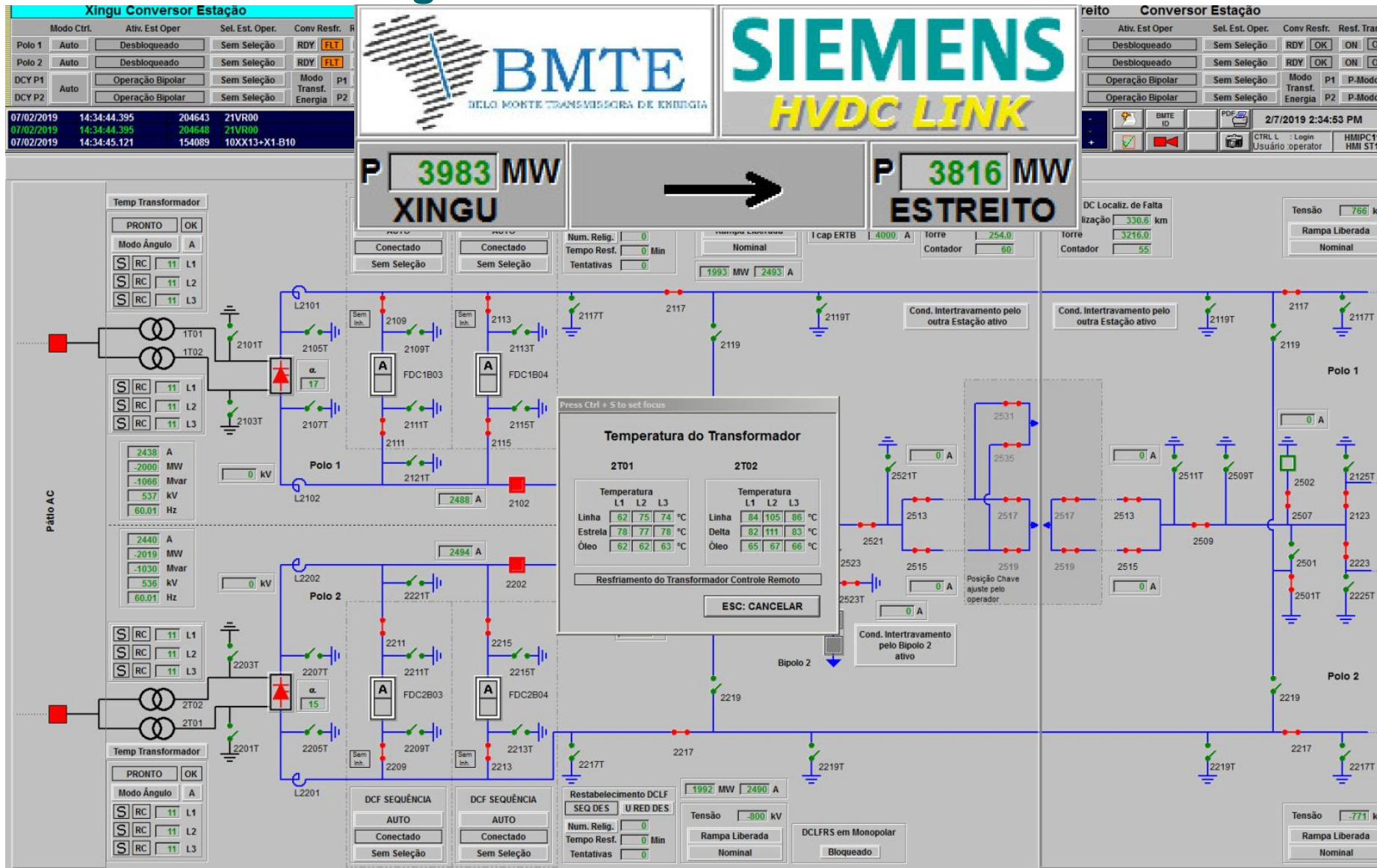
- Kunde beschreibt die Anforderungen in der  
**Ausschreibung** (oft oberflächlich und interpretierbar)
- Die Anforderungen müssen präzisiert und aufbereitet  
werden → z.B. Single Line
- Siemens hat eigene Anforderungen zur Inbetriebsetzung  
der Anlage, Beobachtung und Analyse ( → Einhaltung  
des vertraglichen Zeitplanes und der Verfügbarkeit)



Wichtig: Single Line Diagramm der Anlage

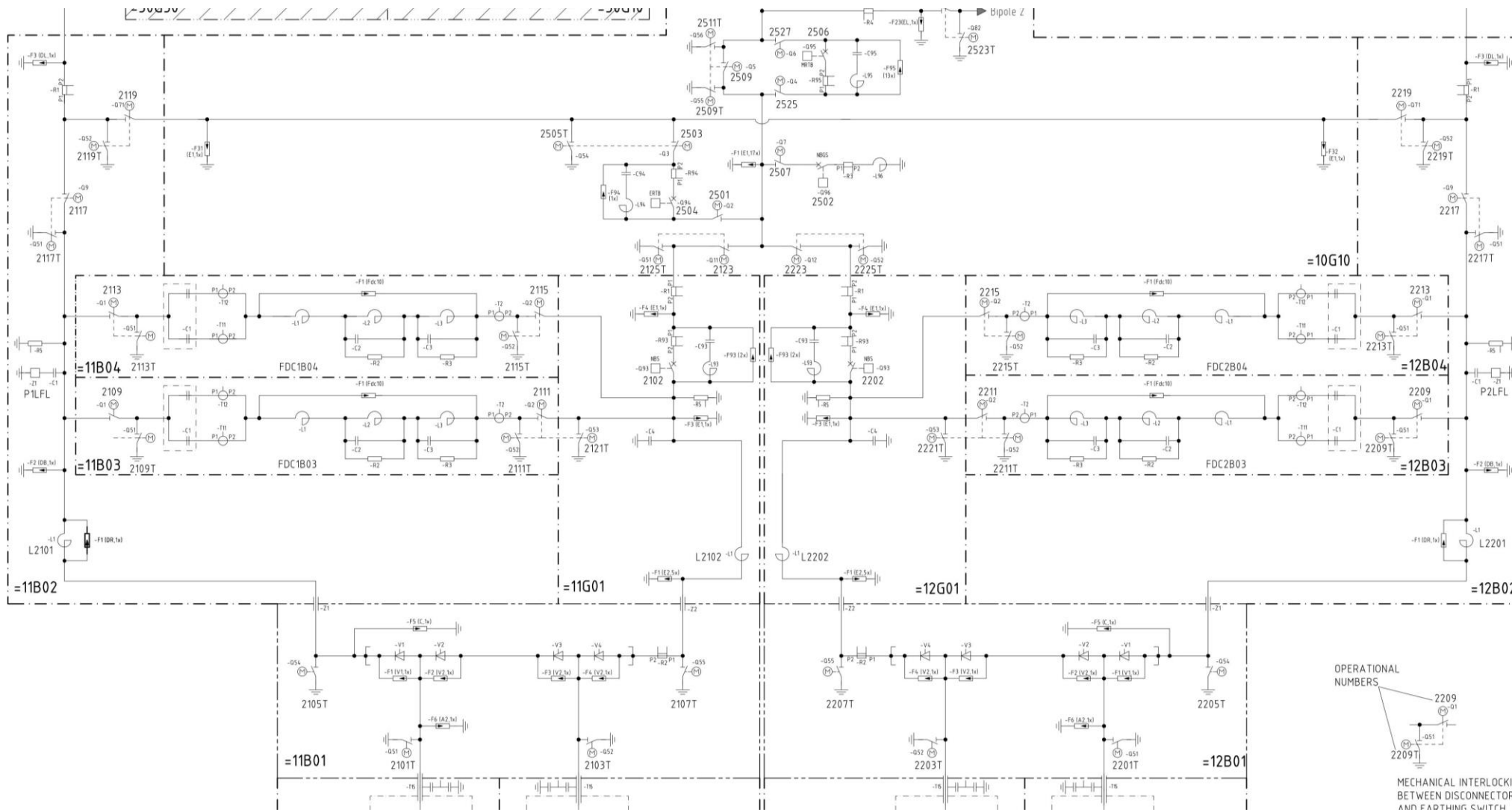


# HMI Bildschirmanzeige einer Station



# Single Line Diagramm

# SIEMENS



INDUCTIVE VOLTAGE TRANSFORMER	
RESISTIVE CAPACITIVE VOLTAGE DIVIDER	
DC VOLTAGE DIVIDER	
SHUNT RESISTOR FOR DC CURRENT MEASURING	
SURGE ARRESTER	
WALL BUSHING	
CAPACITIVE VOLTAGE TAP (TRANSFORMER BUSHING)	
TRANSFORMER WITH ON-LOAD TAP CHANGER (OLTC)	
AUTO TRANSFORMER	
THYRISTOR	
PRE-SET ADJUSTABILITY	
REACTOR	
CAPACITOR	
RESISTOR	
CABLE SEALING END	
3 - PHASE	
HALL EFFECT CURRENT TRANSFORMER	

BUILDING	
LIMIT OF BAY	
LIMIT OF COMPONENT	
SUPPLIED BY SIEMENS	
OTHER SCOPE	

NOTE: ALL EQUIPMENT IN AC YARDS AND AC FEEDS ARE THREE PHASE

OPERATIONAL NUMBERS  
  
 MECHANICAL INTERLOCKING BETWEEN DISCONNECTOR AND FATHING SWITCH

# UHVDC – 4000 MW: Energiefluss im Blick

## TFR Konfiguration

### Systemkonfiguration

2 Hauptaufgaben:

- Aufzeichnung von Rohdaten
- Überwachung der Energie Qualität

➔ Integration in ein System

### Beispiel für den Kostenvorteil:

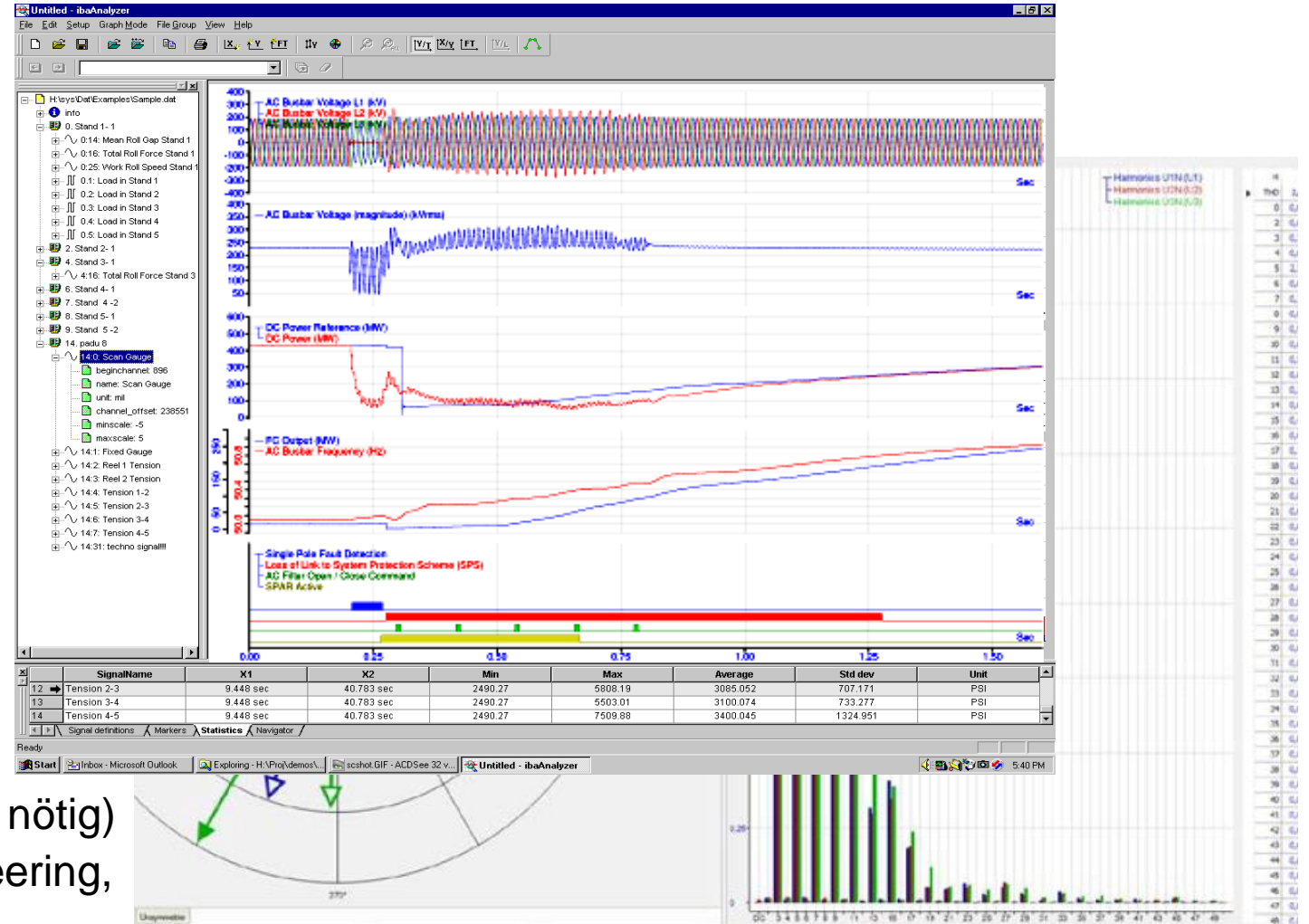
Eigenständiges PQ-System

➔ ca. 60.000 €

Integration in ibaTFR

➔ ca. 20.000 €

(z.B. PQU ~ 3.500 € mehr als PADU-S, dazu Lizenz Erhöhung wegen Signalanzahl nötig)  
Kosteneinsparung aber auch wegen Engineering, Schulung und Ersatzteilen)



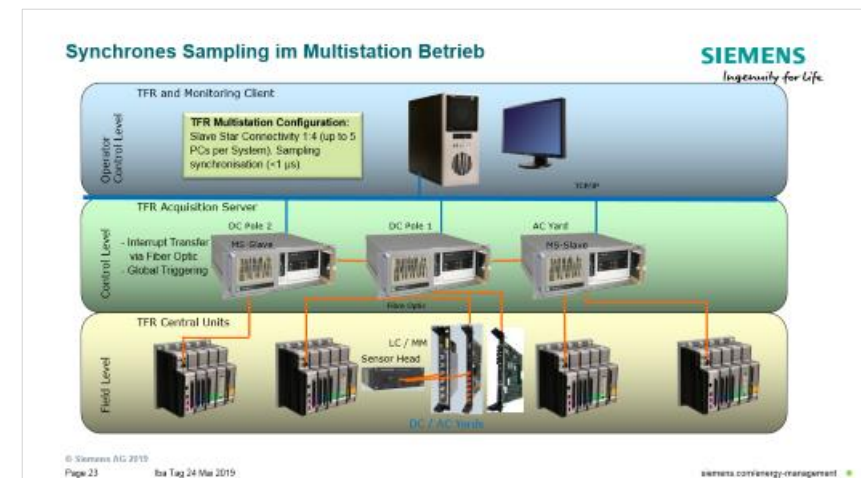
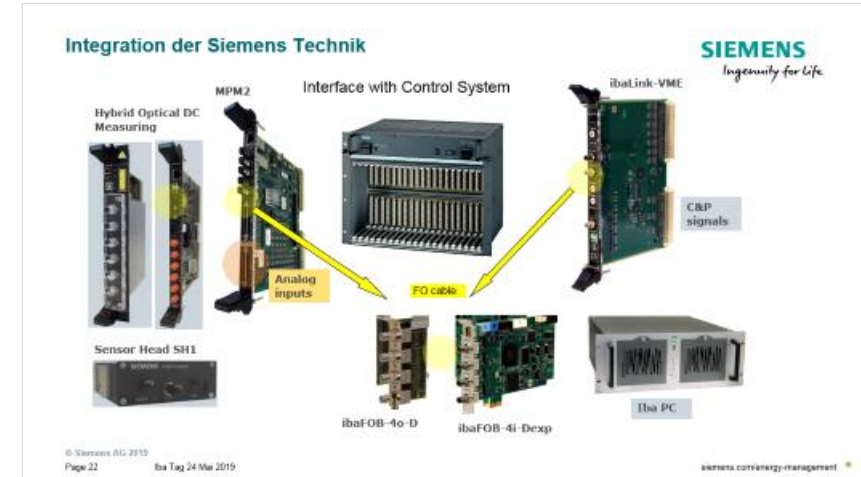
# UHVDC – 4000 MW: Energiefluss im Blick Anforderungen an die Überwachung

## Weitere Aufgaben und Designkriterien:

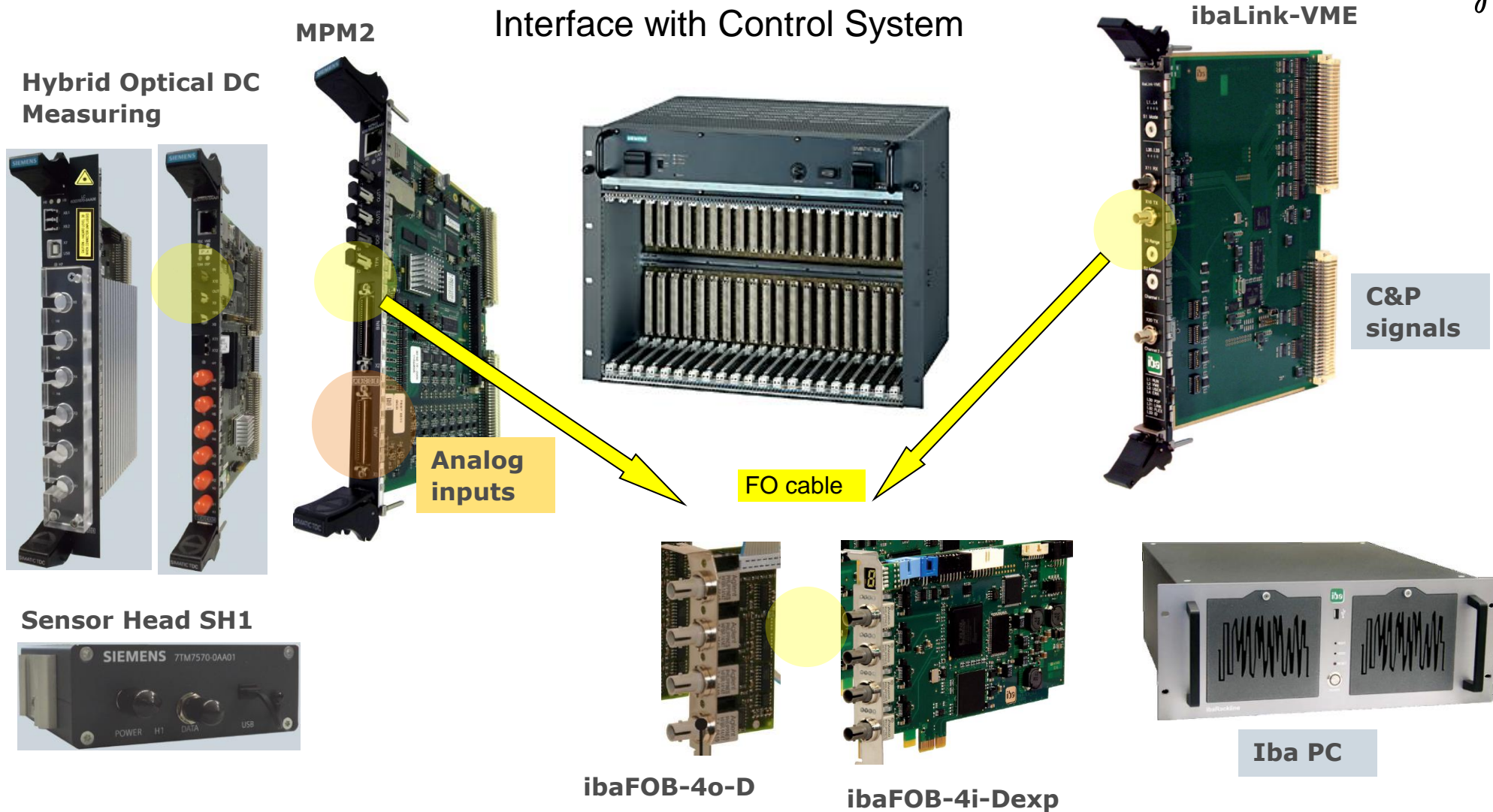
Integration der **Siemens Control Systeme**  
(HVDC Baugruppen, SIMATIC TDC)

**Multistation Verbund** der TFR Einheiten für die  
beiden DC Pole und den stationsübergreifenden AC  
Bereich

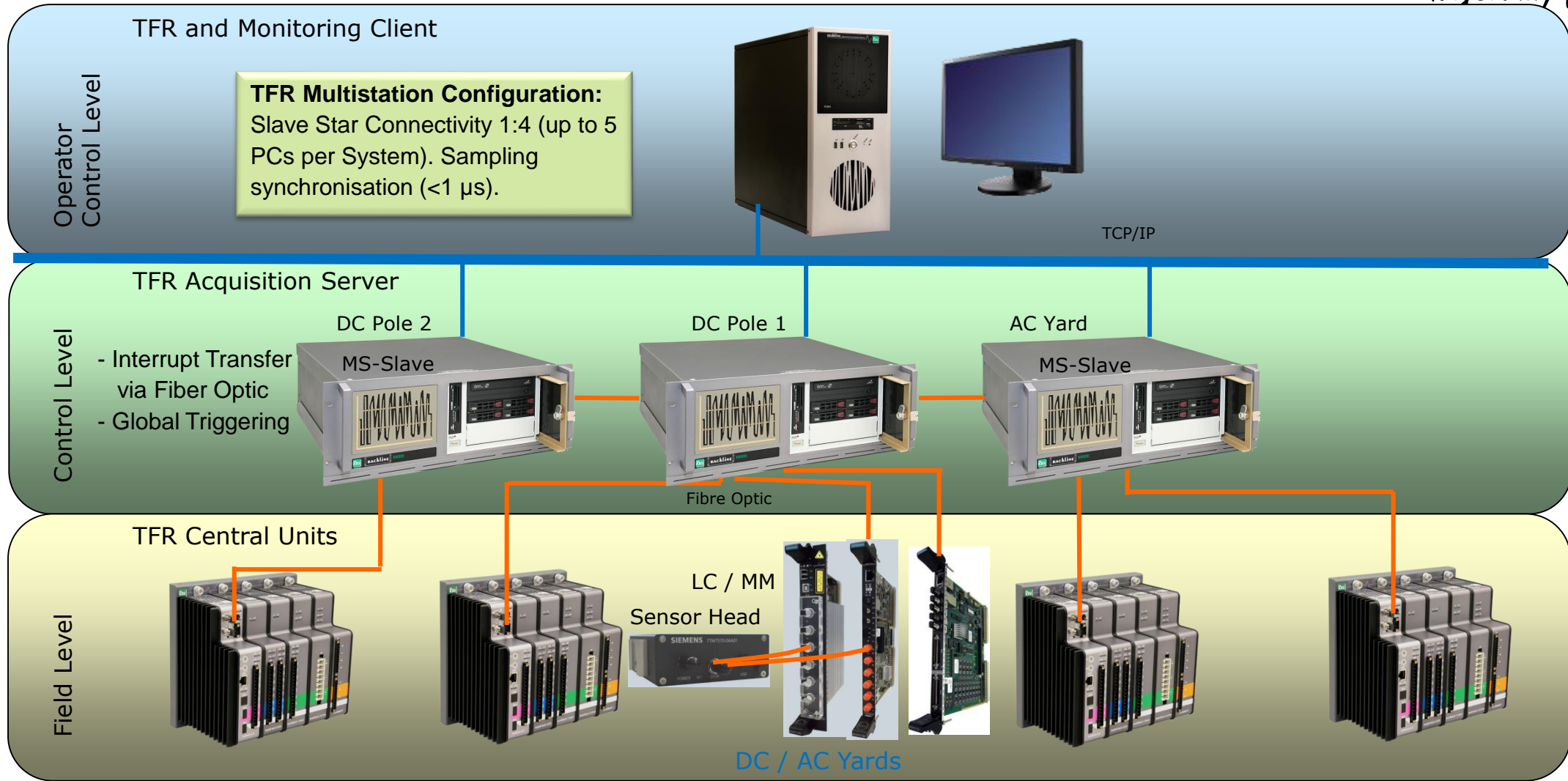
Integration von **Fremdgeräten und Diagnosedaten**  
(SIPROTEC 5 und andere Schutzgeräte über  
COMTRADE)



# Integration der Siemens Technik



# Synchrones Sampling im Multistation Betrieb



# UHVDC – 4000 MW: Energiefluss im Blick Größenordnung eines HGÜ Störschreibers

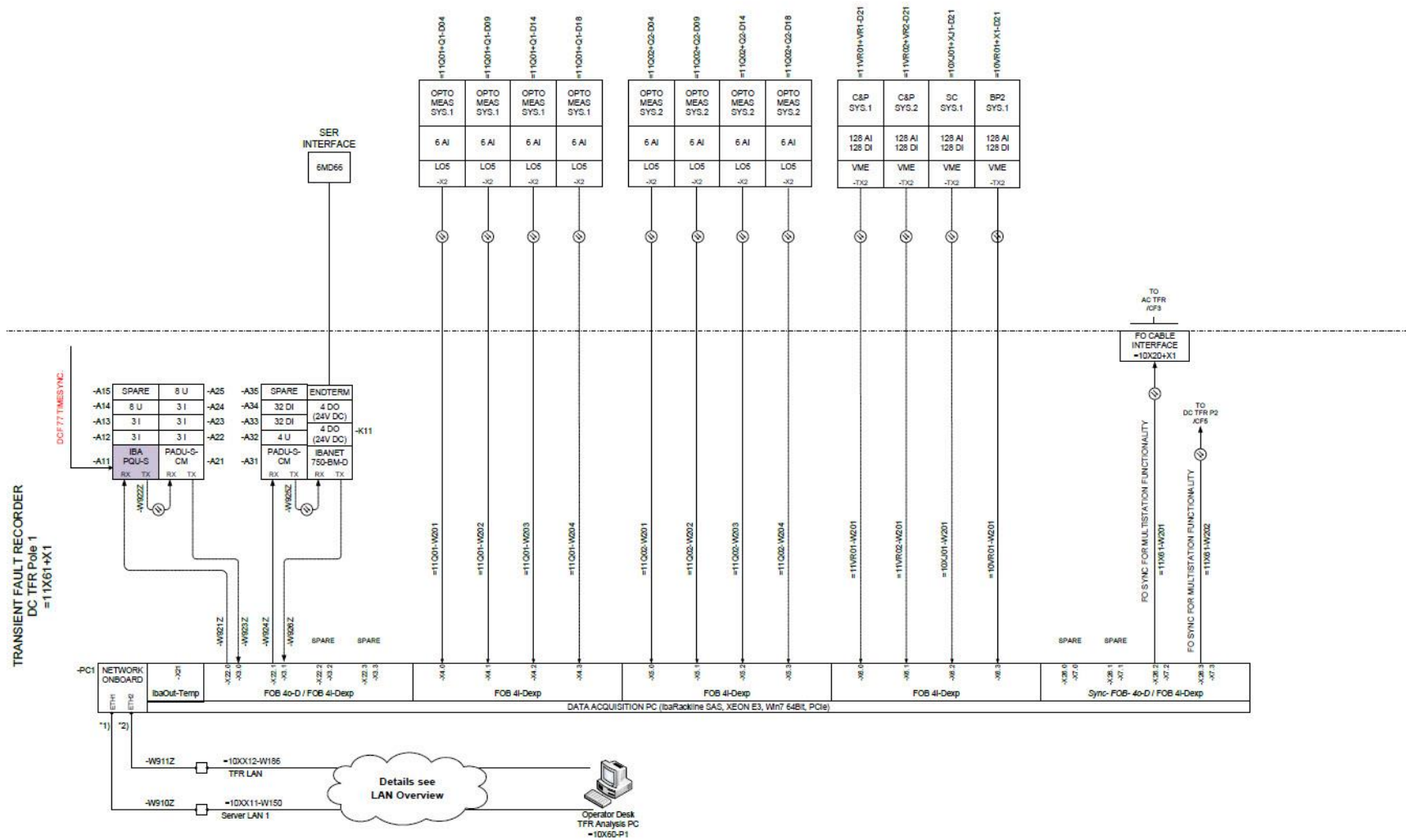
## Umfang des Störschreiber Systems einer Station:

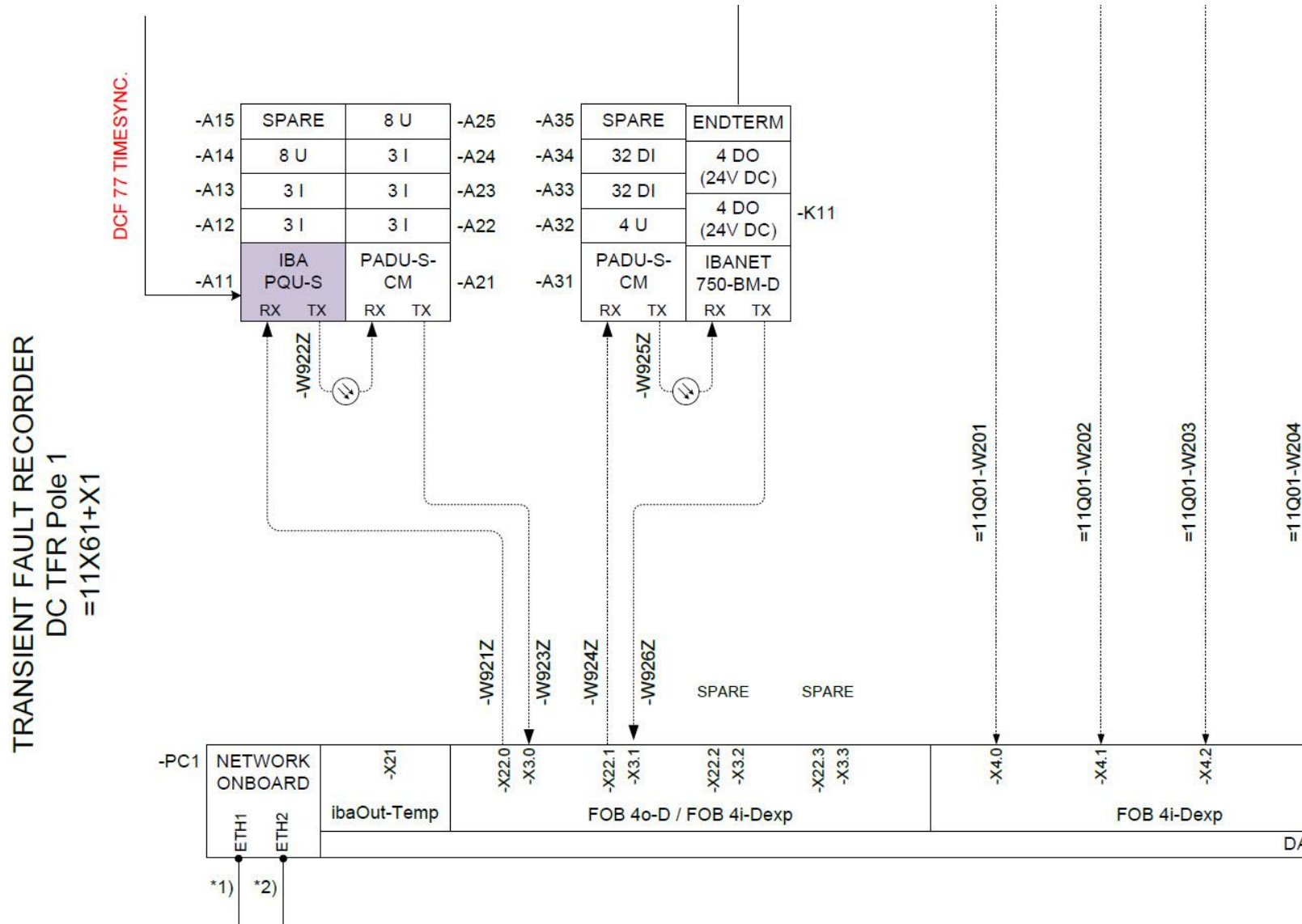
- 6 TFR Schränke
  - 3 ibaPDA Lizenzen
  - 3 HD Server Lizenzen für harmonische Daten
  - 3 Alarmausgaben über ibaNet750
- 
- 3100 Kanäle für den DC Bereich
  - 2300 Kanäle für den AC Bereich

### Systemkonfiguration in der Übersicht









# UHVDC – 4000 MW: Energiefluss im Blick

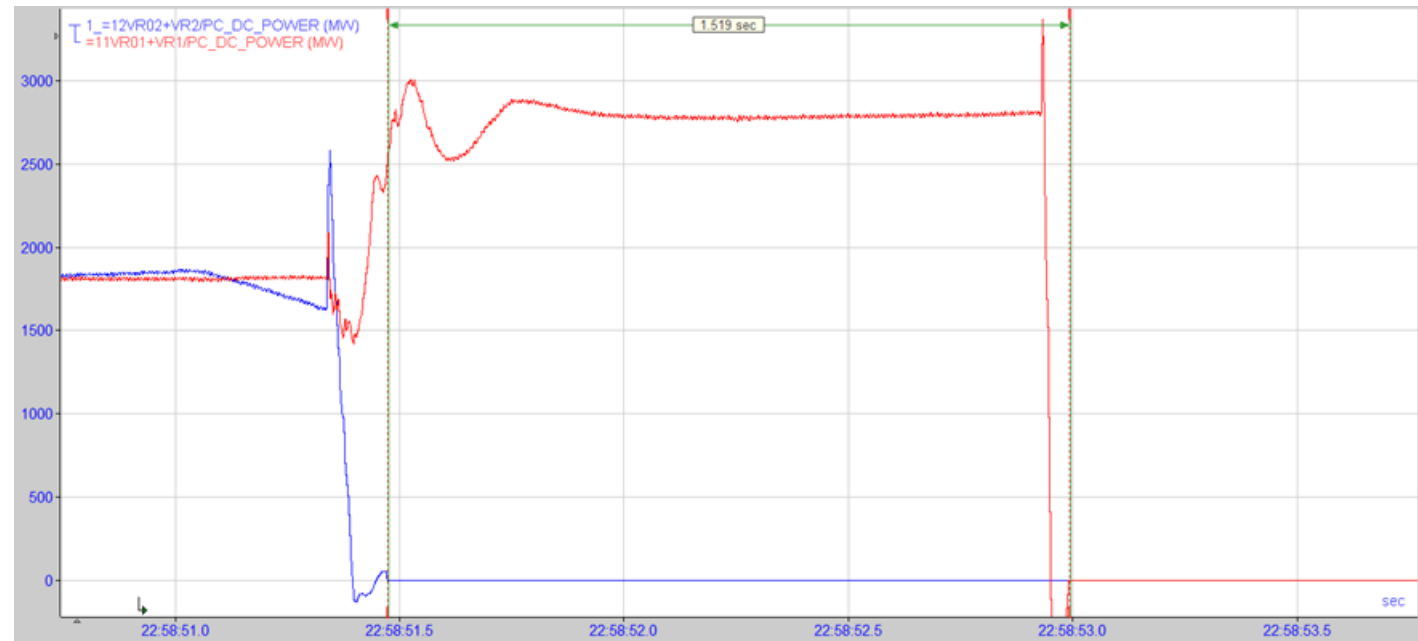
## Aufzeichnung von Störfällen (1)

### Störfall Beispiel 1

#### Tower Fall



Bei Starkregen und Sturm sind 3 Strommasten der DC Leitung umgestürzt.



Sturz der DC Strommasten 3295, 3296 und 3297 wegen hoher Windlast

[Analysen](#)

# UHVDC – 4000 MW: Energiefluss im Blick

## Aufzeichnung von Störfällen (2)

Störfall Beispiel 2

DC Line fault

Temporärer Kurzschluss auf der DC Leitung  
(z.B. Überschlag wegen Starkregen, Wind und Baumbewuchs)

[Analysen](#)

# UHVDC – 4000 MW: Energiefluss im Blick

## Belo Monte – Brazil 800 kV DC

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*



**Martin Haushofer**

Transient Fault Recording

Tel.: +49 91301 1731617

**Ende**

**siemens.com**