

Redundantes und fernsteuerbares Stromversorgungskonzept für Geräte und Systeme

PSM, FRED, TMCB & Co

Bartłomiej Szczepanski
DESY, Abteilung MSK

SEI 2025
Dresden-Rossendorf, 24.03.25

HELMHOLTZ



Agenda

- Motivation und Idee
- Stromversorgungskonzept eines LLRF Racks
- Vorstellung der Module
 - PSM (**power supply modules**)
 - FRED (**power entry module**)
 - FRED-FUSE
 - FRED-LED
 - FRED-FAN
 - FRED-FAN HC
 - TMCB (**data acquisition board / GPIO**)
 - TMCB backplane
 - TC4
- Anwendungsbeispiele (19“ Einschübe)
- Fazit und Ausblick

Motivation und Idee

Alter FLASH MO

LED Display (DVM) mit Wahlschalter

Feinsicherungen (5 x 20 mm)

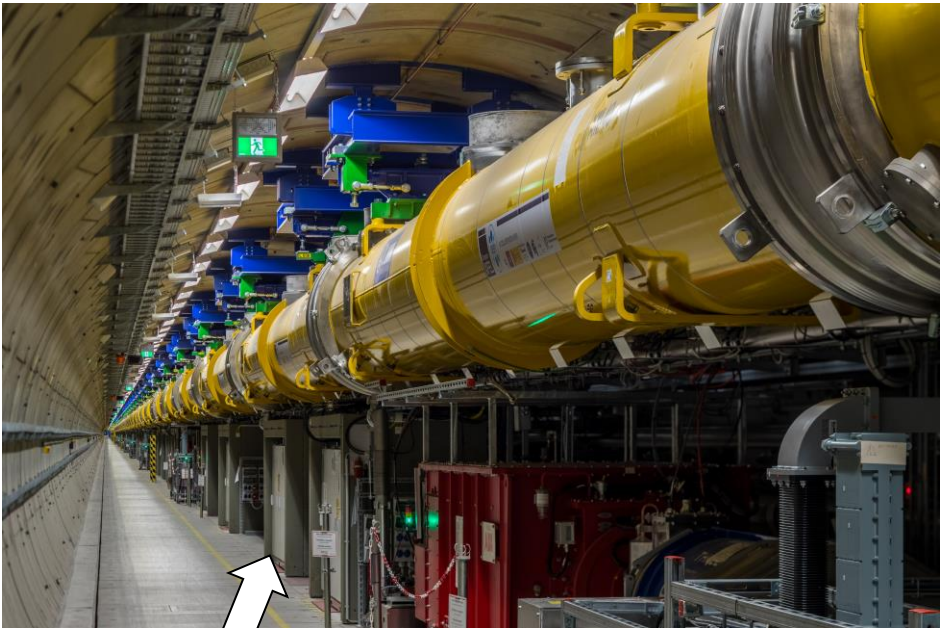
Problem: Elektrochemische Korrosion

Analoge Ausgänge z.B. für Datalogger, DAQ



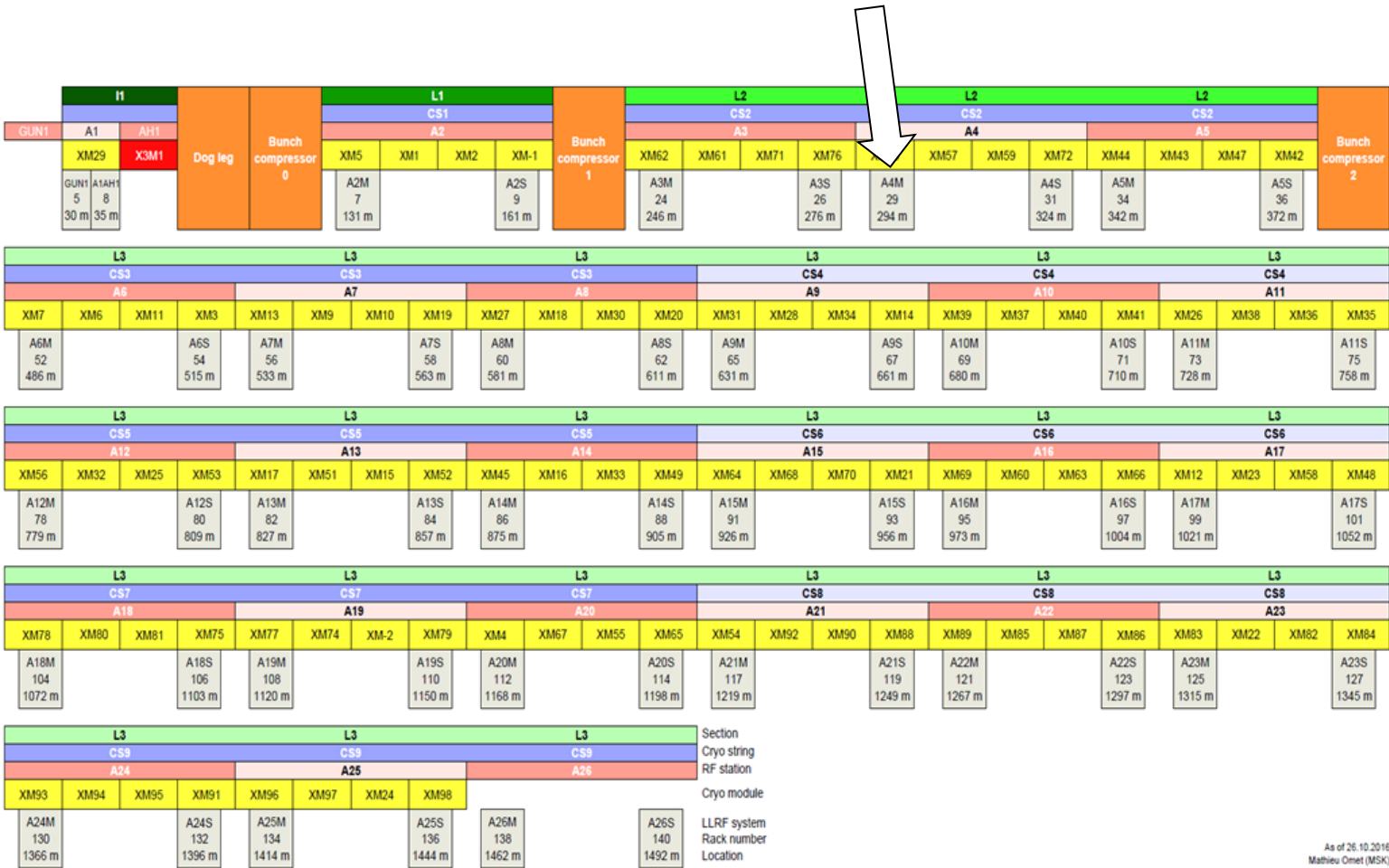
Motivation und Idee

LLRF Stationen im European XFEL



LLRF Stationen
+ MO Racks
+ Sonderfälle

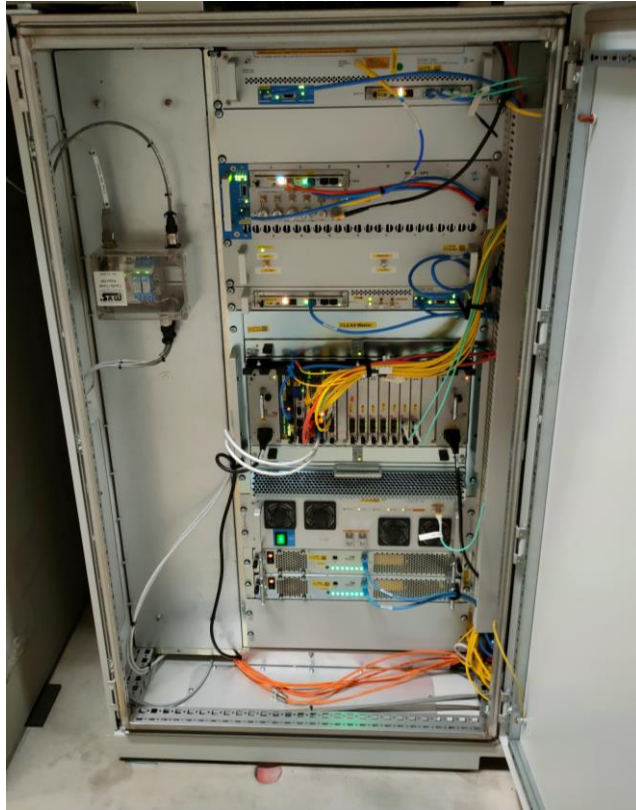
~ 65 Racks



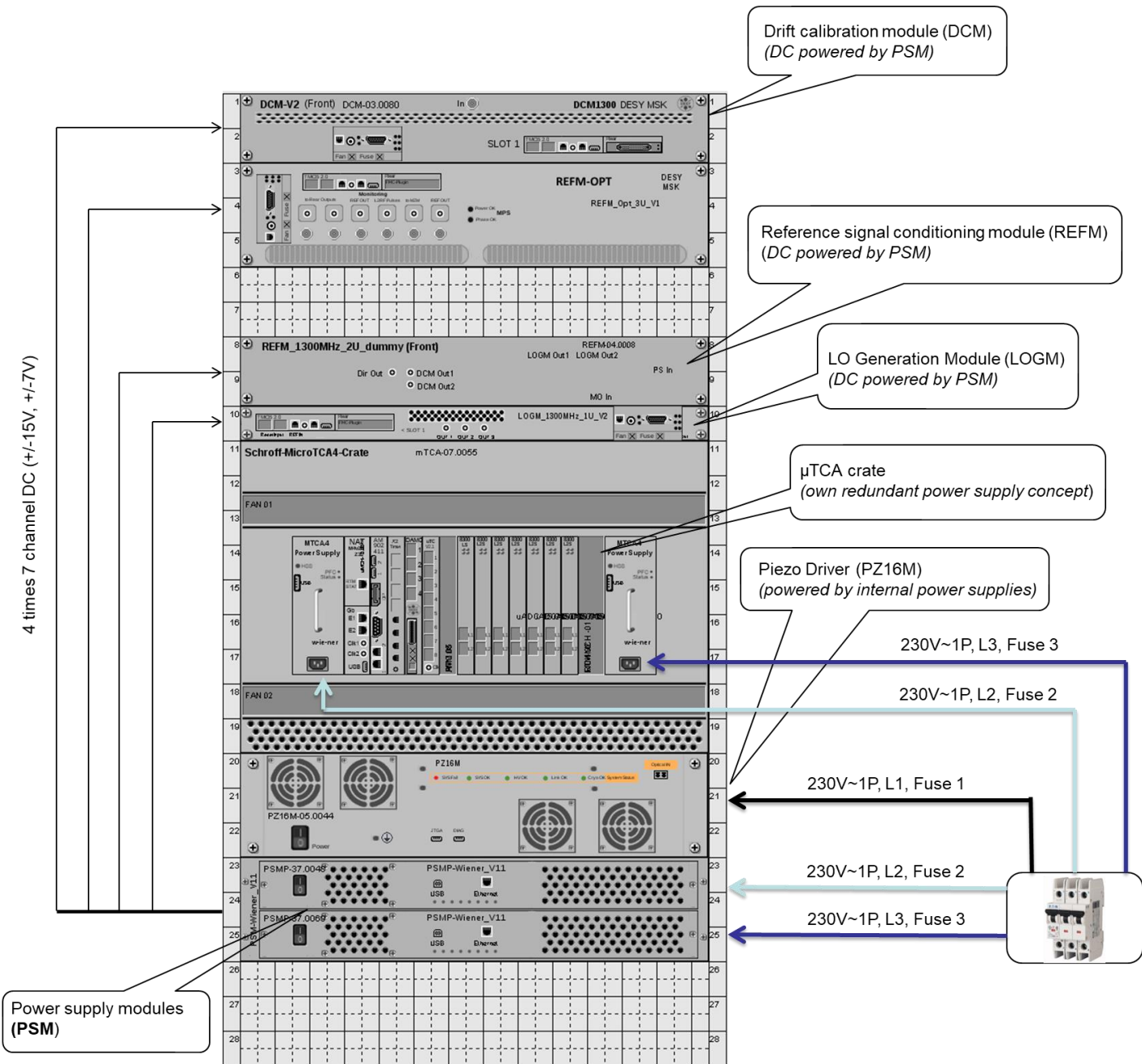
Motivation und Idee

- LLRF-Komponenten im Beschleunigertunnel sind schwer zugänglich
Zugang während des Betriebs unmöglich
- Alle 19“ LLRF Boxen benötigen ADCs / DACs zur Ferndiagnostik/-steuerung,
zumindest aber ein Netzteil
- Verwendung von Standardkomponenten erleichtert Handhabung
 - Produktion
 - Lagerhaltung (Ersatzteile)
 - Technisches Know-How (Reparaturen)
 - Softwarekomponenten und Bibliotheken

Grundsätzlicher Aufbau



Ein typisch ausgestattetes LLRF-Rack, wie es in den Linearbeschleunigern bei DESY in Hamburg verwendet wird



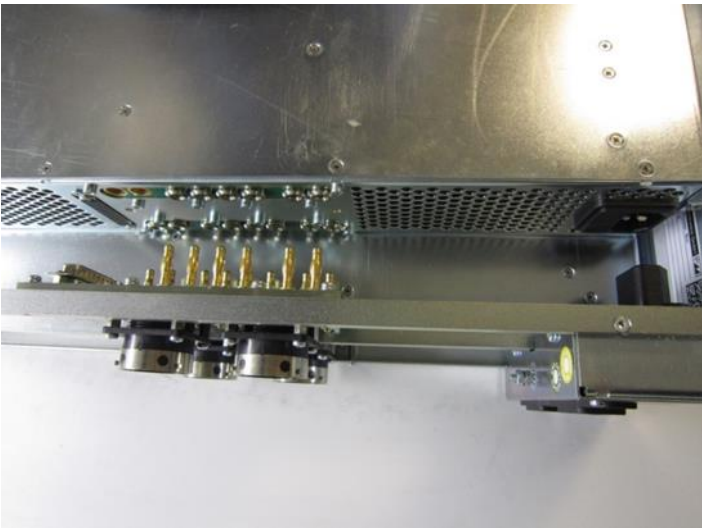
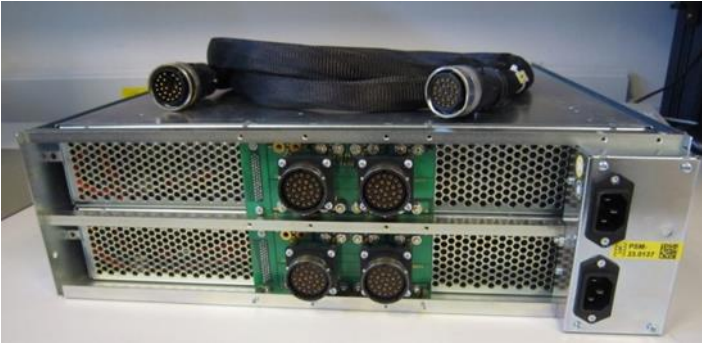
PSM (Power Supply Module)

Merkmale

- > zwei gleichwertige Module für volle Redundanz
- > im laufenden Betrieb austauschbar
- > Ethernet für die Fernverwaltung
- > keine aktiven Komponenten auf der Backplane
- > unabhängige Netzeingänge für jedes Modul

Kanal	Ausgangsspannung	max. Strom *	Anwendung
U0	+15 V	5 A	Digitalelektronik (FPGAs, µC, ...)
U1	-15 V	5 A	Digitalelektronik (FPGAs, µC, ...)
U2	+7 V	6 A	Analogelektronik (RF amplifiers, VCOs, ...)
U3	-7 V	6 A	Analogelektronik (RF amplifiers, VCOs, ...)
U4	+15 V	5 A	Analogelektronik (RF amplifiers, VCOs, ...)
U5	-15 V	5 A	Analogelektronik (RF amplifiers, VCOs, ...)
U6	+15 V	8 A	Anwendungen mit hohem Strombedarf (Peltier Module, DRO Heizung, ...)
U7	0 V	0A	Reserve

* Wenn beide Module in Betrieb sind, ist der mögliche Maximalstrom doppelt so hoch (dann aber keine Redundanz)



Designed and produced by W-le-Ne-R Plein & Baus GmbH for the EuXFEL Wiener Type PL8-F8

PSM

Bedienpanel

LLRF PSM overview



MANAGER

PSM1.M12.A13.L3 KDS / Serial no. xfelpsmtlla13m EXPERT 28 % 72

digital	+	15.30 V	0.38 A	28 deg. C	54		46
digital	-	14.98 V	0.03 A	25 deg. C	34		66
analog	+	7.20 V	0.06 A	28 deg. C	3		96
analog	-	7.04 V	0.04 A	27 deg. C	54		46
analog	+	14.99 V	0.03 A	24 deg. C	15		85
analog	-	15.25 V	0.03 A	25 deg. C	49		51
high current	+	14.98 V	0.04 A	23 deg. C	19		82

PSM2.M12.A13.L3 KDS / Serial no. xfelpsmblla13m EXPERT

digital	+	15.30 V	0.33 A	30 deg. C			
digital	-	15.27 V	0.07 A	26 deg. C			
analog	+	7.35 V	1.26 A	32 deg. C			
analog	-	6.99 V	0.03 A	29 deg. C			
analog	+	15.29 V	0.19 A	30 deg. C			
analog	-	14.98 V	0.04 A	26 deg. C			
high current	+	15.28 V	0.15 A	26 deg. C			

SUBORDINATE

PSM1.M34.A13.L3 KDS / Serial no. xfelpsmtlla13s EXPERT 65 % 35

digital	+	15.30 V	0.32 A	27 deg. C	47		53
digital	-	15.28 V	0.07 A	25 deg. C	68		32
analog	+	7.31 V	0.43 A	29 deg. C	93		7
analog	-	7.05 V	0.03 A	28 deg. C	42		58
analog	+	15.28 V	0.18 A	31 deg. C	99		1
analog	-	15.23 V	0.03 A	28 deg. C	49		51
high current	+	15.28 V	0.13 A	26 deg. C	78		22

PSM2.M34.A13.L3 KDS / Serial no. xfelpsmblla13s EXPERT

digital	+	15.31 V	0.37 A	30 deg. C			
digital	-	15.10 V	0.03 A	25 deg. C			
analog	+	7.00 V	0.03 A	28 deg. C			
analog	-	7.01 V	0.04 A	28 deg. C			
analog	+	0.79 V	0.03 A	26 deg. C			
analog	-	15.13 V	0.03 A	25 deg. C			
high current	+	15.02 V	0.04 A	25 deg. C			

PSM2.M12.A13.L3 KDS / Serial no. xfelpsmblla13m Disconnect FANS khrs since start 77 khrs since maint. 6

ON 15.29 V 15.00 V 16.25 V 100.00 V/s 0.31 A 6.50 A Rate Rise 100.00 V/s Fall 100.00 V/s 30 deg. C

ON 15.27 V 15.00 V 16.25 V 100.00 V/s 0.07 A 6.50 A Rate Rise 100.00 V/s Fall 100.00 V/s 26 deg. C

ON 7.34 V 7.00 V 7.85 V 100.00 V/s 1.19 A 13.00 A Rate Rise 100.00 V/s Fall 100.00 V/s 32 deg. C

ON 6.99 V 7.00 V 7.85 V 100.00 V/s 0.03 A 13.00 A Rate Rise 100.00 V/s Fall 100.00 V/s 29 deg. C

ON 15.29 V 15.00 V 16.25 V 100.00 V/s 0.19 A 13.00 A Rate Rise 100.00 V/s Fall 100.00 V/s 30 deg. C

ON 15.28 V 15.00 V 16.25 V 100.00 V/s 0.15 A 13.00 A Rate Rise 100.00 V/s Fall 100.00 V/s 26 deg. C

ON 14.98 V 15.00 V 16.25 V 100.00 V/s 0.04 A 13.00 A Rate Rise 100.00 V/s Fall 100.00 V/s 26 deg. C

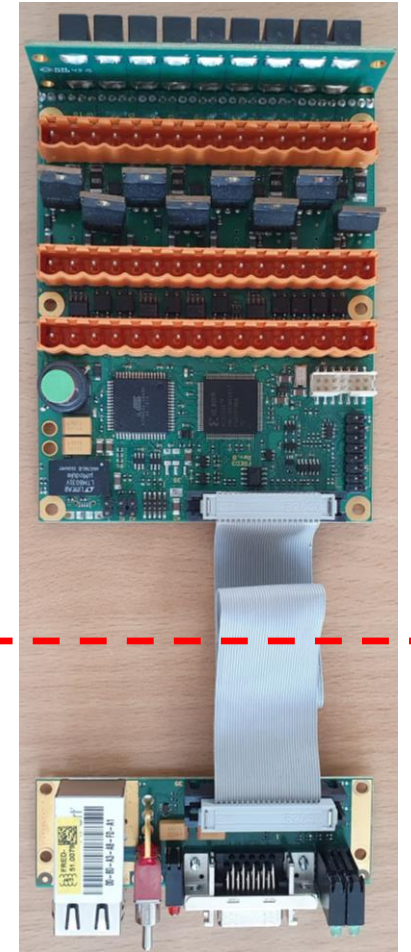
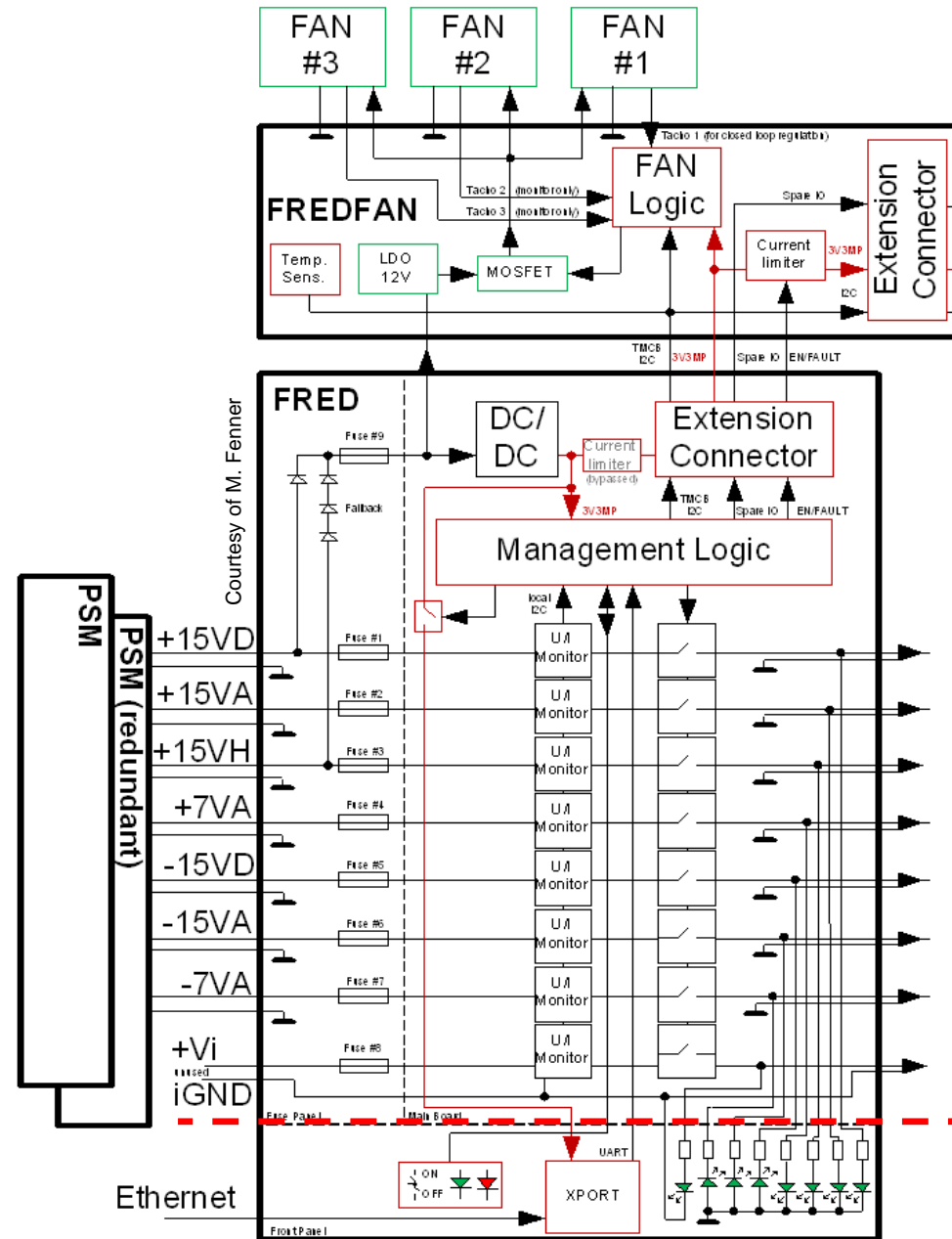
MAIN

mainOn (0)		outputOn (0)	
mainInhibit (1)		outputInhibit (1)	
localControlOnly (2)		outputFailureMinSenseVoltage (2)	
inputFailure (3)		outputFailureMaxSenseVoltage (3)	
outputFailure (4)		outputFailureMaxTerminalVoltage (4)	
fantrayFailure (5)		outputFailureMaxCurrent (5)	
sensorFailure (6)		outputFailureMaxTemperature (6)	
vmeSysfail (7)		outputFailureMaxPower (7)	

FRED

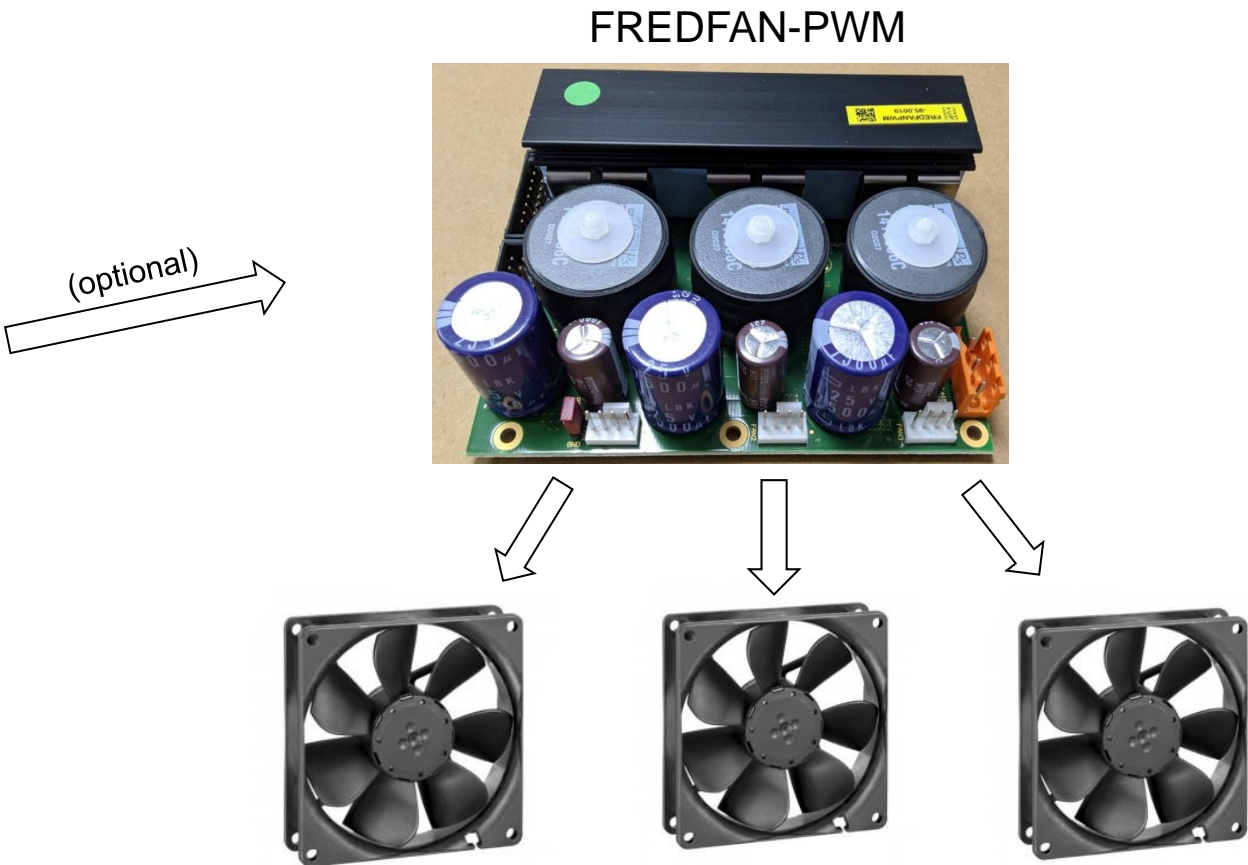
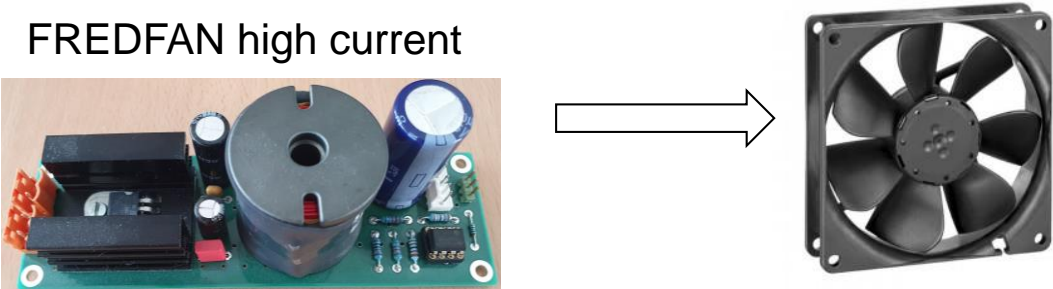
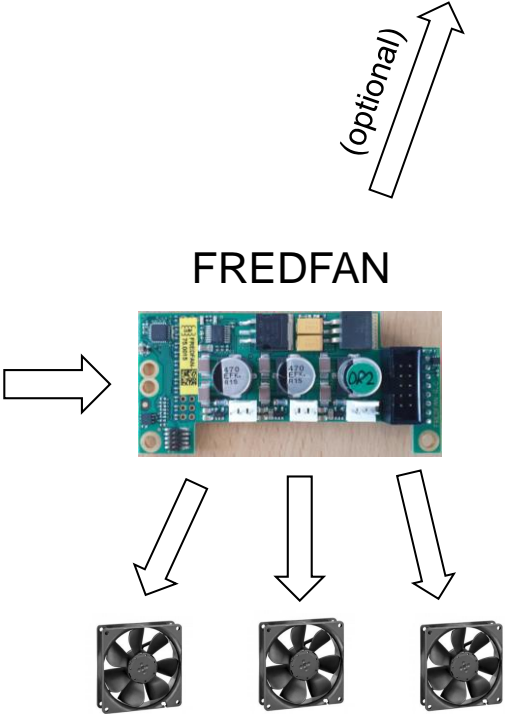
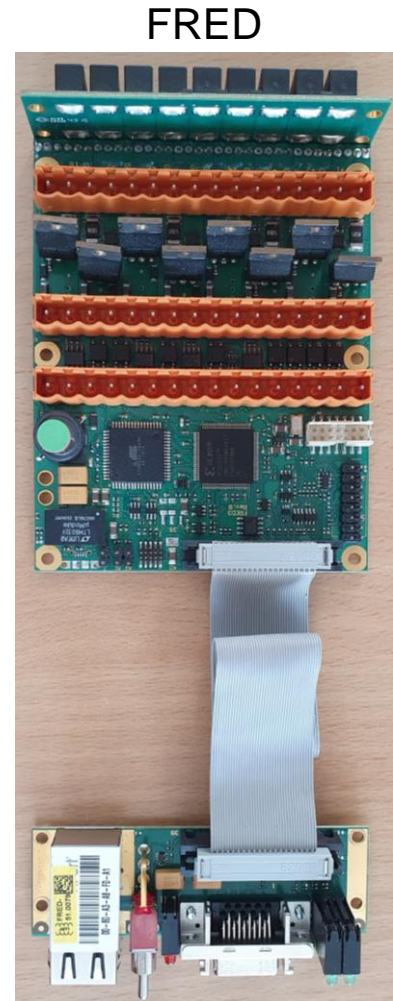
(Fuse relay board)

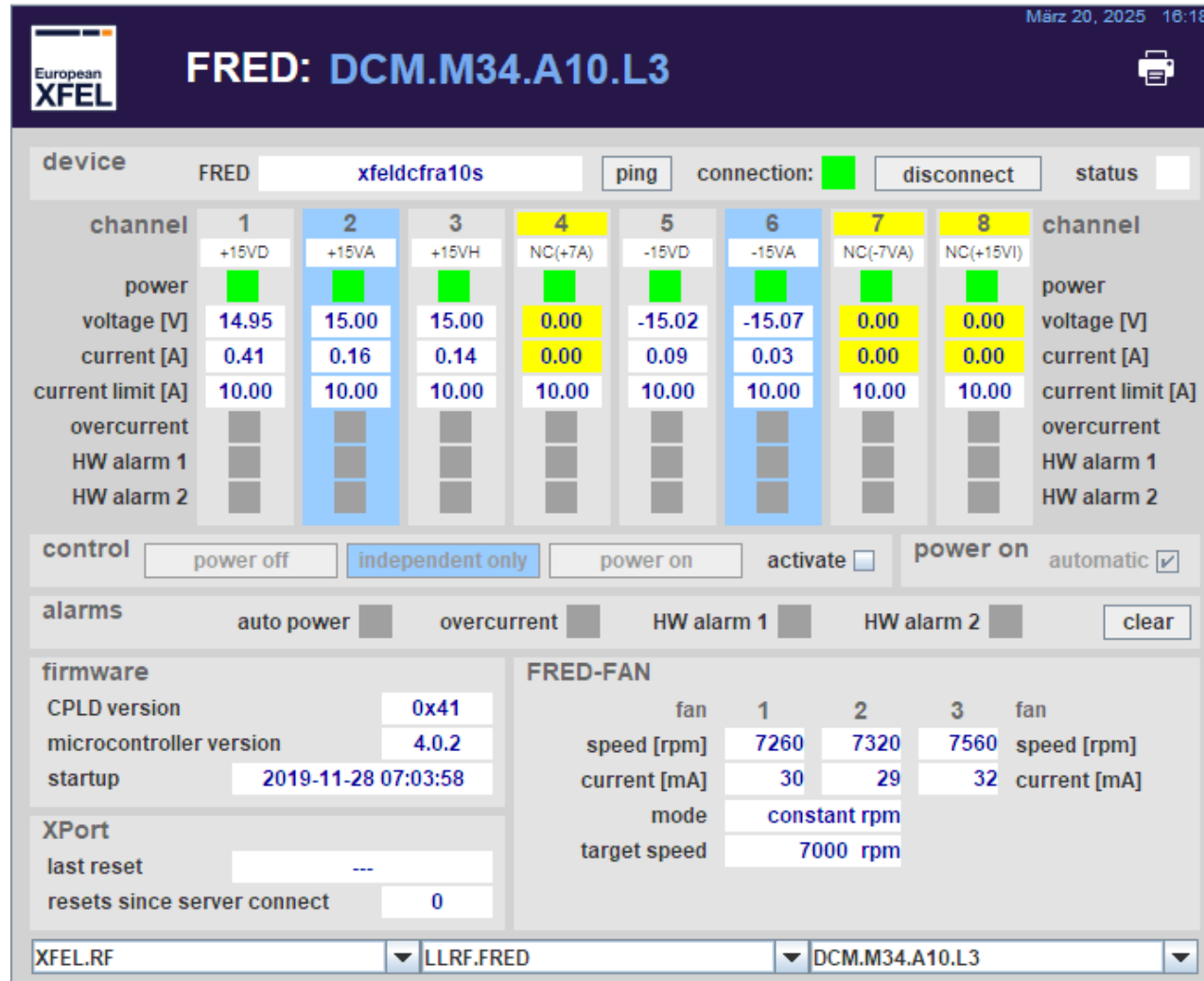
- 8 Kanäle
 - 4x positiv
 - 3x negativ
 - 1x potentialfrei
- Ausfallsicheres Design
 - CPLD mit FSM und μC
 - Spannungsversorgung aus 2 Kanälen
 - HW Statusanzeige über LEDs
- Funktionen
 - U/I Messung für jeden Kanal
 - Softwaredefinierte Sicherung
 - Softstart
 - Handshake Protokoll für TMCB
 - fernbedienbar
 - u.v.m.




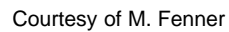
FRED

Erweiterungen

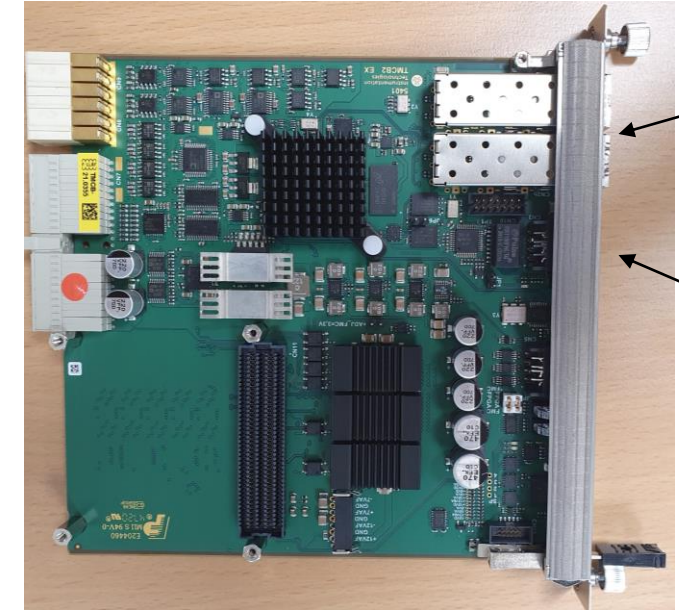




(Temperature Monitoring and Control Board)



Ethernet

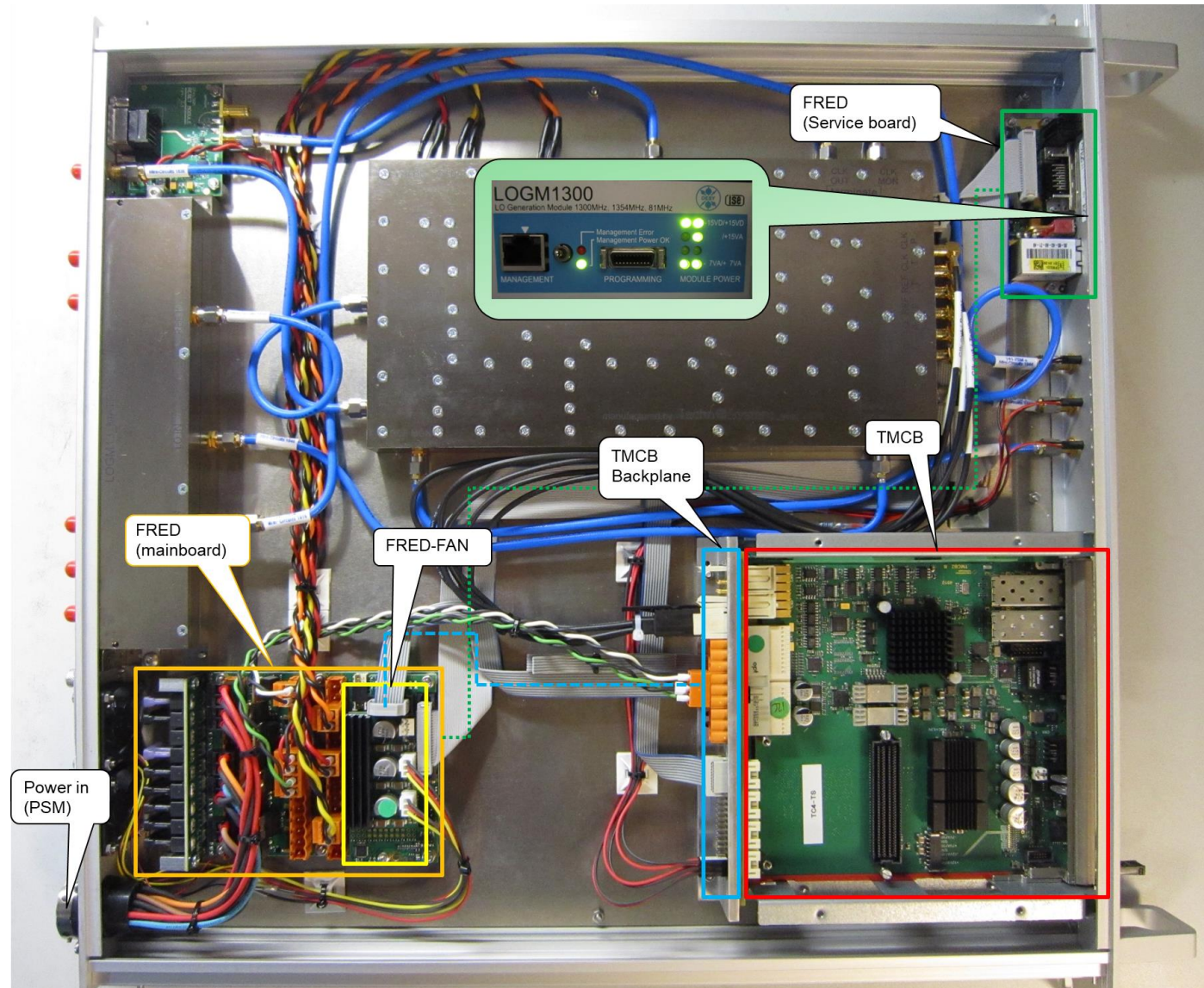


Seite 12



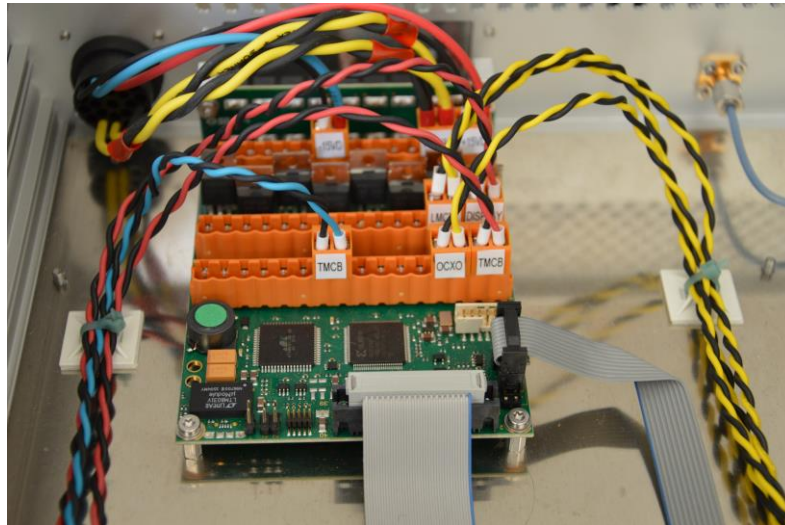
Anwendungsbeispiel

LOGM1300



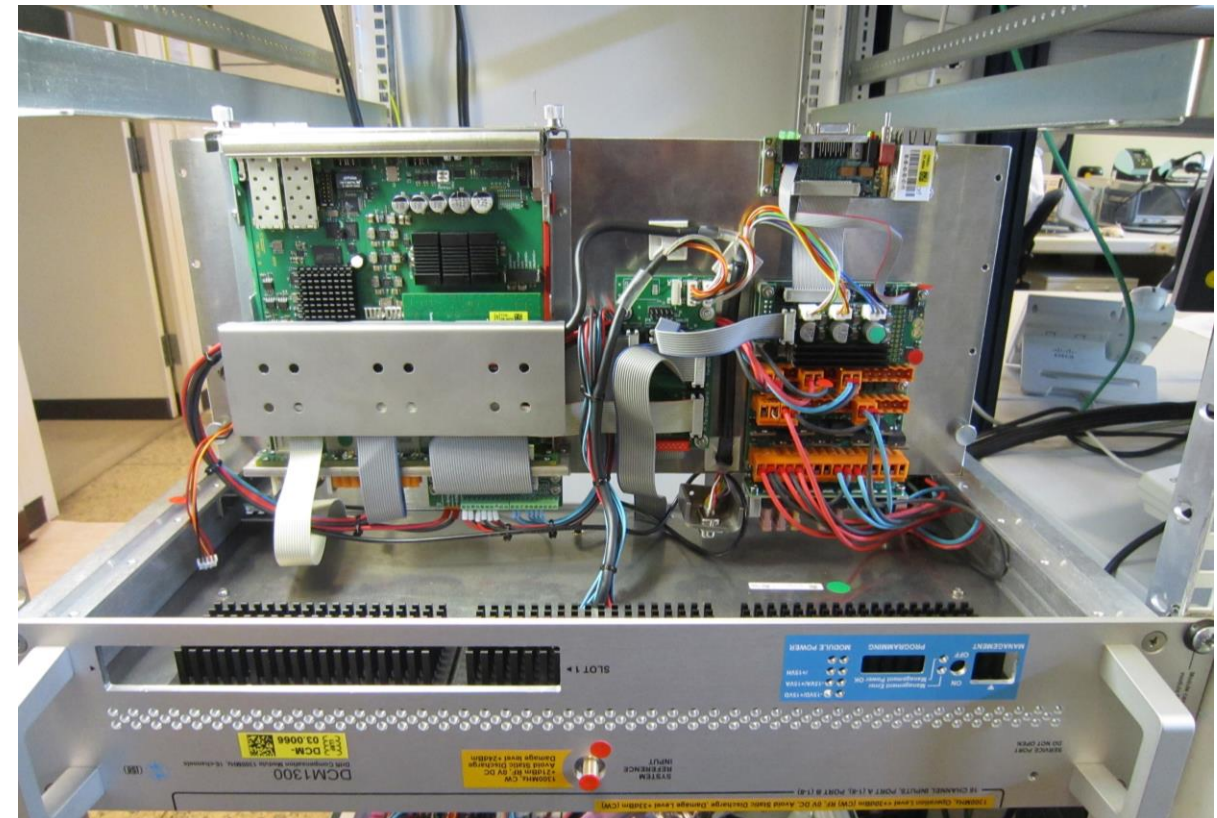
Anwendungsbeispiel

XFEL 100 MHz MO Synthesizer



Anwendungsbeispiel

DCM (Drift Compensation Module)



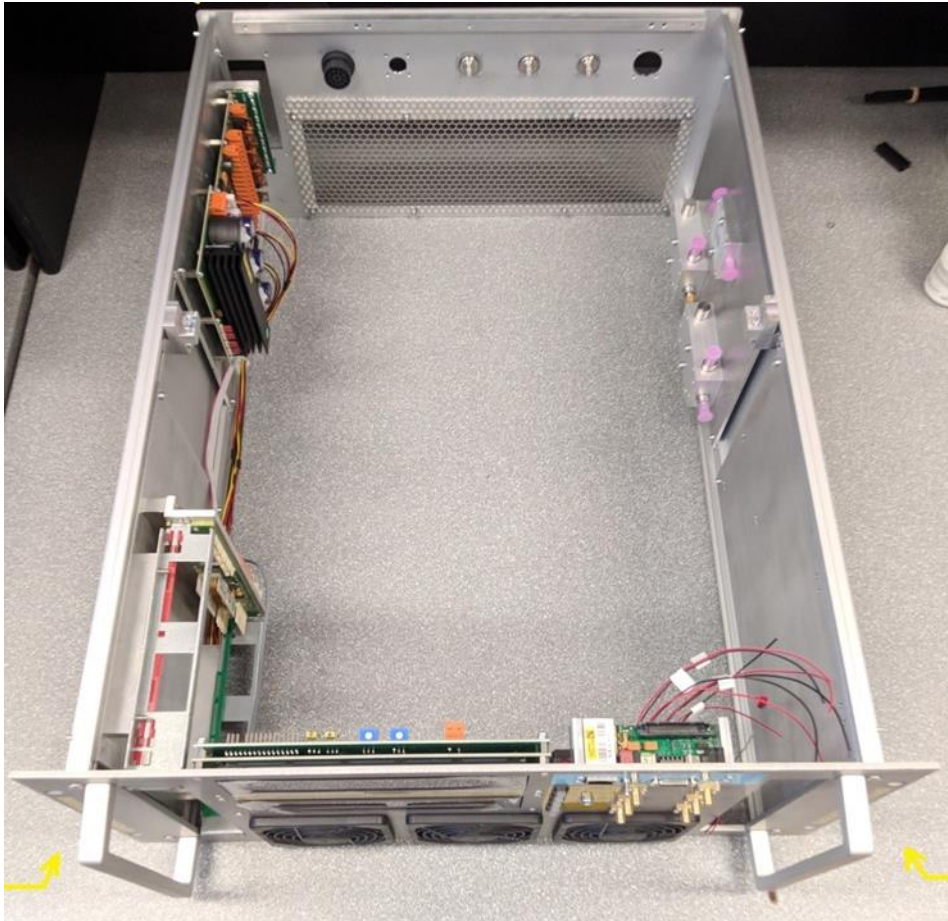
Anwendungsbeispiel

XLOGM



Anwendungsbeispiel

Master Oszillator (MO)



Fazit und Ausblick

bisherige Erfahrungen und zukünftige Möglichkeiten

- Überblick über den Zustand der Stromversorgung der einzelnen Komponenten
- Möglichkeit, ein Gerät oder einen Schaltkreisteil gezielt abschalten (neu starten) zu können
- Durch Speicher-Funktion der Server genaue Diagnose einiger Ereignisse überhaupt erst möglich
- DGUV V4 einfacher
- Präventive Wartung durch Datenanalyse(?) ... KI(?)

Neuer FLASH MO



Vielen Dank!

Kontakt

Deutsches Elektronen-
Synchrotron DESY

www.desy.de

Bartłomiej Szczepanski

MSK

bartlomiej.szczepanski@desy.de

+49 40 8998 2310