

## **Normalleitende Beschleunigungsstrecken für Elektronen/Positronen – MHF-e –**

MHF-e betreibt die 500-/1000-MHz-HF-Systeme aller Elektronen-Ringbeschleuniger. Diese HF-Systeme bestehen aus 16 Senderanlagen mit insgesamt 28 Dauerstrich-Klystrons. Davon sind 23 800-kW-Klystrons, ein 600-kW-Klystron, zwei 300-kW-Klystrons und zwei 250-kW-Klystrons. Die DC-Anschlussleistung der 16 Senderanlagen beträgt 34 MW. Die HF-Leistung wird über ca. 3,5 km Hohlleiter auf ca. 120 normalleitende und 16 supraleitende Resonatoren verteilt.

---

### **HF-Betrieb für HERA-e**

Im Berichtsjahr 2007 liefen die acht 500-MHz HF-Systeme 170 Tage für den Betrieb von HERA-e. Während dieser Zeit wurden 119 Störungen registriert. In 31 Fällen lagen den Störungen externe Ursachen wie Kühlwasserpumpenausfälle, Fehlbedienung, Netzwischer, usw. zugrunde. Die verbleibenden 88 echten Anlagenstörungen entsprechen knapp vier Störungen pro Woche. In 1/3 der Fälle war zum Störungszeitpunkt kein Strahl in der Maschine, so dass der Beschleunigerbetrieb nicht beeinträchtigt war. Mit Strahlbetrieb ging bei einer HF-System-Störung in ¾ der Fälle der Strahl verloren. Die Störanfälligkeit des HF-Systems mit den supraleitenden Kavitäten war im Berichtsjahr ebenso gering wie schon im vergangenen Jahr. Die mittlere Zeit zwischen zwei HF-System-Störungen schwankte bei den acht HF-Systemen zwischen neun und 57 Tagen. Der Mittelwert über alle HF-Systeme betrug 15 Tage (Vorjahr 11 Tage).

Ende Juni wurde HERA –und damit auch die HERA HF-Systeme - außer Betrieb genommen.

### **HF-Betrieb für DORIS-III**

Im Berichtsjahr 2007 liefen die beiden 500-MHz HF-Systeme zusammen 280 Tage für den Betrieb von DORIS-III. Aus Stromspargründen wurde abwechselnd nur eine der beiden Senderanlagen betrieben. Trotz des Betriebes der jeweils aktiven Senderanlage an der Nennleistungsgrenze, wurden während dieser Zeit nur 36 technische Störungen registriert. Das entspricht ca. einer Störung pro Woche. Die mittlere Zeit zwischen zwei Störungen war:

- HF-System DORIS-NL 13 Tage
- HF-System DORIS-SR 8 Tage

Die MTBF-Werte waren im Berichtsjahr zwar deutlich schlechter als 2006, jedoch nur unwesentlich schlechter als 2005. Die Ursache für die deutlich höhere Anzahl von Störungen im Jahr 2007 ist vermutlich nicht der Betrieb nahe der Nennleistungsgrenze, sondern eher zufällige Schwankungen.

### **PETRA-III**

Für PETRA-III wurden Entwicklungsarbeiten weitergeführt, Prototypen gebaut und getestet und Abnahmetests von Zulieferkomponenten durchgeführt. Arbeitsschwerpunkt war die Software-Entwicklung für die Anlagenautomatisierung. Ein fast vernachlässigbarer Meilenstein – gemessen am Arbeitsaufwand - war die Abschaltung von PETRA-2 und die anschließende Demontage der alten HF-Systeme. Lediglich zwei Arbeitswochen waren erforderlich, um beide Senderhallen leer zu räumen und Cavities und Hohlleiter im Tunnel zu demontieren. Insgesamt war bei den Arbeiten für PETRA-III ein Personal-Äquivalent von 10 Vollzeit-Arbeitskräften im Jahresmittel gebunden.

-MHFe-  
Ebert

## Entwicklung des neuen Automatisierungs-Systems ELWIS

ELWIS ist ein neues Automatisierungs-System, das von MHFe für PETRA-3 konzipiert und entwickelt wurde. ELWIS soll bei PETRA-3 anstelle von speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) eingesetzt werden. Das Automatisierungssystem ist extrem modular und kann mit nur drei unterschiedlichen digitalen und analogen Peripheriebaugruppen sowohl einfache, als auch sehr anspruchsvolle und spezielle Automatisierungsanforderungen, wie sie Hochfrequenzsysteme von Teilchenbeschleunigern erfordern, befriedigen. ELWIS wurde entwickelt, weil konventionellen SPSen wichtige Eigenschaften wie I/Q-Demodulation von HF Signalen und Transientenrekorder-Funktionen fehlen. Zusätzliche Argumente für die Entwicklung von ELWIS waren mangelhafte Servicefreundlichkeit und mangelhafte Zukunftssicherheit konventioneller SPSen. Programmiert wird ELWIS mittels der Programmiersoftware LabVIEW®.

Langjährige Erfahrungen bei HERA, DORIS-3 und DESY-2 mit SPSen des europäischen Marktführers zeigten, dass zur Störungsbeseitigung in SPS-Automatisierten Anlagen Spezialisten erforderlich, aber erfahrungsgemäß nicht kurzfristig zu jeder Tages- und Nachtzeit verfügbar sind. Diese Spezialisten wiederum benötigen Programmiergeräte mit spezieller Software, die oft aufgrund rigider Lizenzpolitik nicht hinreichend verfügbar ist.

Bei PETRA-3 wird angestrebt, dass anlagenfremdes Personal, ohne spezielle Automatisierungs-System-Kenntnisse und ohne Werkzeuge, Anlagenstörungen lokalisieren und beseitigen können soll. Die mangelhafte Zukunftssicherheit konventioneller SPSen äußert sich in einer Produktverfügbarkeit, die wesentlich kürzer ist als die Nutzungsdauer von Teilchenbeschleunigern und deren Sub-Systemen. Das führte nach bisherigen Erfahrungen bei jeder Anlagen-Modifizierung oder -Erweiterung zu unnötigen Problemen. ELWIS dagegen wurde für lange Produktverfügbarkeit konzipiert. Erreicht wurde das durch fast ausschließliche Verwendung von Standard-Bauelementen, die in kompatibler Form bereits seit Jahrzehnten verwendet werden und voraussichtlich auch über künftige Jahrzehnte verfügbar sein werden. Eine Ausnahme bildet das PXI-Crate mit dem Contoller und den diversen Analog- und Digital-Schnittstellen. Bekanntermaßen ist fast nichts so schnelllebig wie die Computerwelt. Das stellt jedoch bei ELWIS kein wesentliches Problem dar. Jeder Computer, der über genügend viele und schnelle Analog- und Digital-Schnittstellen verfügt und über ein Netzwerk kommunizieren kann, ist kompatibel. Da zukünftige Computer in ihrer Leistungsfähigkeit den heutigen nicht nachstehen werden, wird es auf absehbare Zukunft kompatible Alternativen geben.

Ein ELWIS-Modul besteht typischerweise aus bis zu 7 Unterbaugruppen, die über kurze, steckbare Kabelverbindungen miteinander und mit der Anlage verbunden werden. Im Störfall können sie ohne Werkzeugeinsatz ausgetauscht werden. Die ELWIS-Module werden in der Anlage dezentral installiert und untereinander über Ethernet verbunden. Bei PETRA-3 hat jede größere Anlagenkomponente (Klystron, HV-Modulator, Cavity, usw.) sein eigenes ELWIS-Modul. Insgesamt werden 26 ELWIS-Module eingesetzt. Aufgrund des dezentralen Aufbaus beschränkt sich die Verkabelung im Wesentlichen auf die 2...5m zwischen den ELWIS-Modulen und den jeweiligen Sensoren und Aktoren der Anlage.

Bei der Entwicklung von ELWIS standen Modularität, Servicefreundlichkeit und Zukunftssicherheit im Vordergrund. Kompaktheit war kein Entwicklungsziel. Mit ca. 250 Liter Volumen pro ELWIS wird für die gesamte HF-Anlagenautomatisierung bei PETRA-3 jedoch nur 2/3 des Elektronikvolumens von PETRA-2 benötigt - bei wesentlich umfangreicherer Funktionalität.

### ELWIS-Modul mit seinen 7 Unterbaugruppen



### Aufgaben und Daten der Unterbaugruppen

PXI-CRATE	
Controller: Pentium-M 1,3GHz, 40GB HD, 2x CF-Slot.	8-CH ADC, 14 bit, 10 MHz 16-CH ADC, 16 bit, 250 kHz
Schnittstellen: USB, Drucker, Monitor, Ethernet	6-CH DAC, 16 Bit, 1 MHz 32-CH Digital IN/OUT

USV	230V, 750VA, 0,1kWh für PXI-Crate und Signalkonditionierung
-----	--

LEISTUNGS-AUSGÄNGE
5x 230V, 16A 3x 400V, 16A

NETZTEIL
2x 24V, 2A ±15V, 1A

SIGNAL-KONDITIONIERUNG
<b>Potenzialfreie Eingänge</b> 10x Analog Eingang PT-100 6x Analog Eingang ±10V 12x Digital Eingang 24V 2x HF-Reflexions-Detektor 2x Licht-Detektor
<b>Potenzialfreie Ausgänge</b> 4x Anlg. Ausgang ±10V, 1mA 12x Digital Ausgang 60V, 3A
<b>DOWN-CONVERTER</b> 8 Kanäle P <sub>in</sub> : -25...+30 dBm f <sub>HF</sub> : 430...520 MHz f <sub>LO</sub> : 430,15...524,5 MHz f <sub>ZF</sub> : 0,15...4,5 MHz

## Vorträge

R. ONKEN

The New Control and Interlock System of the PETRA-3 RF System

11<sup>th</sup> European Synchrotron Light Source RF Meeting, SOLEIL, Saclay (Oktober 2007)

M. EBERT

250-kW Upgrade of Cavity Couplers for PETRA-3

11<sup>th</sup> European Synchrotron Light Source RF Meeting, SOLEIL, Saclay (Oktober 2007)