

Angaben zum Jahresbericht 2001

1. MHFe in Stichworten
 2. HERAe-HF-Betrieb im Berichtsjahr
 3. Aktivitäten der Gruppe MHFe im Berichtsjahr
-

1. MHFe in Stichworten

Die Gruppe MHFe besteht aus 23 Mitarbeitern

- 13 Ingenieure (1 mit Zeitvertrag)
- 1 Wissenschaftler
- 7 Techniker/Meister
- 2 Facharbeiter

MHFe betreibt die 500-/1000-MHz-HF-Systeme aller Elektronen-Ringbeschleuniger.

Die HF-Systeme bestehen aus:

16 Senderanlagen

mit insgesamt

28 Klystrons

- 15 Stk. 800-kW-Klystr. (Philips YK1304),
- 2 Stk. 800-kW-Klystr. (CPI 7958A),
- 1 Stk. 800-kW-Klystr. (EEV K3480Y)
- 3 Stk. 800-kW-Klystr. (Philips YK1301),
- 3 Stk. 600-kW-Klystr. (Philips YK1300),
- 2 Stk. 300-kW-Klystr. (Varian/Thomson),
- 2 Stk. 250-kW-Klystr. (Philips YK1250).

Die DC-Anschlussleistung der 16 Senderanlagen beträgt 34 MW

Die Nennleistung der 500-MHz-Sender beträgt

HERA, PETRA, DORIS: insgesamt $16,5 \text{ MW}_{\text{CW}}$
DESY2 $200 \text{ kW}_{\text{CW}} / 800 \text{ kW}_{\text{Peak}}$

Die Nennleistung der 1-GHz-Sender beträgt

HERA, DORIS: insgesamt $200 \text{ kW}_{\text{CW}} / 400 \text{ kW}_{\text{Peak}}$

Die HF-Leistung wird über ca. **3,5 km Hohlleiter** auf ca. **120 normalleitende und 16 supraleitende Cavities** verteilt.

2. HERAe-HF-Betrieb im Berichtsjahr

Der HERA-Lumi-Betrieb wurde im August 2000 planmäßig für den Lumi-Upgrade-Shut-Down beendet. Seit der Wiederinbetriebnahme von HERA-2, Anfang September 2001, gab es noch keinen routinemäßigen Maschinenbetrieb und somit auch keinen nennenswerten HF-Betrieb bei HERAe

3. Aktivitäten der Gruppe MHFe im Berichtsjahr

Außer den direkt mit dem Beschleunigerbetrieb im Zusammenhang stehenden Tätigkeiten, wurden von MHFe weitere mehr oder weniger umfangreiche Projekte durchgeführt.

3.1. DESY-2-Betrieb mit modernisierter Senderanlage

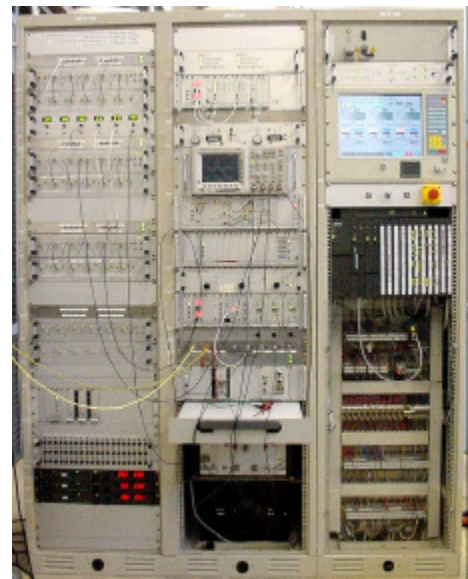
Im letzten Jahresbericht wurde von dem Start der Modernisierungsarbeiten an der Synchrotron-Senderanlage berichtet. Die Arbeiten konnten in diesem Jahr fristgerecht und erfolgreich abgeschlossen werden. Die Anlage ist seit Jahresbeginn 2001 in Betrieb und hat seitdem 4400 Stunden ohne nennenswerte Probleme und Störungen gelaufen.

Die Anlage wurde für 3 Klystrons konzipiert, von denen aber nur jeweils zwei betrieben werden. Das dritte Klystron steht als Reserve bereit und kann in kürzester Zeit über ein Hohlleiterschalter-System aktiviert werden.

Die drei möglichen Betriebsarten (Kly 1 & Kly2; Kly1 & Kly3; Kly 2 & Kly3) werden regelmäßig gewechselt, um sicherzustellen, dass im Falle eines Klystron-Ausfalles die Betriebsartumstellung zügig und problemlos vonstatten gehen kann..



Modernisierte DESY-2- Senderanlage



SPS-Anlagensteuerung mit „Siemens S7“

3.2. PETRA-Betrieb mit nur einer Senderanlage

Im letzten Jahresbericht wurde von Umbauten an den beiden PETRA-HF-Systemen berichtet. Es wurde die Möglichkeit geschaffen, die beiden Cavity-Gruppen wahlweise mit nur einer der beiden Senderanlagen, oder mit beiden Senderanlagen zu betreiben.

Seit Jahresbeginn wird PETRA in dieser Form erfolgreich betrieben. Die ersten Monate des Jahres war die Senderanlage „Süd-Links“ für den PETRA-Betrieb aktiv. Im November wurde auf den Betrieb mit der Senderanlage „Süd-Rechts“ umgeschaltet.

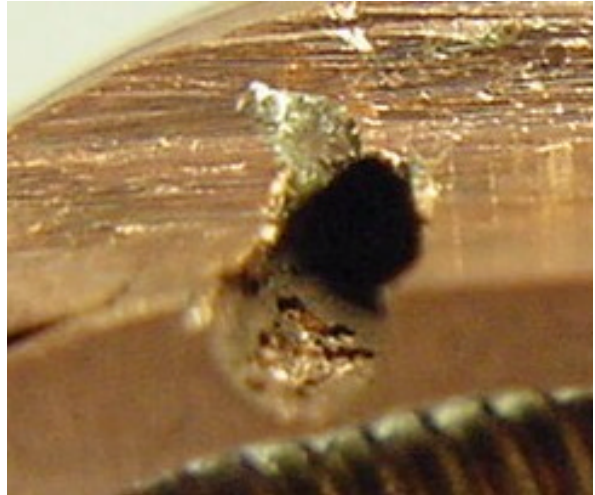
3.3. DORIS-HF

3.3.1 Wasser-Vakuum-Leck an einem HOM-Koppler

Am 23.4.01 trat ein Vakuum-Wasserleck am H-Feld Higher-Order-Mode-Koppler von Cavity 4.1 auf. Die nähere Untersuchung der Leckstelle zeigte, dass das Kühlwasser über die 15 Betriebs-Jahre erschreckend tiefe Krater in die Kühlkanäle der Koppelschleife des HOM-Kopplers gewaschen hatte.



Koppelschleife des ausgebauten H-Feld Higher-Order-Mode-Kopplers. Im Bereich der grauen Verfärbung, links oberhalb der Bildmitte, war das Wasser ausgetreten.



Ein Schnitt durch den Kühlwasserkanal offenbarte tiefe Erosionsspuren. Die ursprüngliche Materialdicke zwischen Wasserkanal und Vakuum betrug 1mm.

Aufgrund der Befürchtung, dass die restlichen 7 HOM-Koppler dieses Typs ähnlich stark erodiert sind, wird derzeit untersucht, ob DORIS auch ohne diese HOM-Koppler hinreichend stabil zu betreiben ist. Für den Fall, dass dies auf Probleme stößt, wurden Hohlleiter-HOM-Koppler entwickelt, die in der Lage sind, zumindest einige HOM über die Einkoppelschleifen der Cavities zu bedämpfen. Ergebnisse werden für Anfang 2002 erwartet.

3.3.2 Longitudinale Instabilität

Seit Ende August 2001 wurde zeitweise eine longitudinale Instabilität bei DORIS beobachtet. Diese trat im Laufe der Zeit immer häufiger und stärker zutage. Ab November war sie latent immer vorhanden, konnte aber durch geeignete Einstellung der HF-Umfangsspannung soweit unterdrückt werden, dass der Strahlbetrieb nur wenig beeinträchtigt war. Ende November konnte ein starker Einfluss der Kühlwassertemperatur des Cavity-Kühlkreises auf die Instabilitätsschwelle verifiziert werden. Bei „normalen“ Kühlwassertemperaturen ($27,5^{\circ}\text{C}$) trat die Instabilität verlässlich bei Strahlströmen zwischen 27 und 33 mA auf. Ab Kühlwassertemperaturen von 32°C verschob sich die Instabilitätsschwelle temperaturproportional zu höheren Strahlströmen. Bei 37°C Kühlwassertemperatur konnte DORIS stabil mit 150 mA betrieben werden. Eine gezielte Heizung einzelner oder auch aller Cavities zeigte erstaunlicherweise nicht diesen deutlichen Effekt. Warum nur die Temperaturerhöhung des gesamten Cavity-Kühlkreises einen positiven Effekt zeigt ist derzeit völlig unverständlich. Mittlerweile konnten alle vorstellbaren Mechanismen einer solchen Instabilität als Ursache ausgeschlossen werden. Derzeit erschöpft sich alle Hoffnung darin, doch noch eine Maschinenkomponente zu finden, die unbekannterweise direkt oder indirekt an das Cavity-Kühlsystem gekoppelt ist.

3.4. HERA-HF

3.4.1 Modernisierung des MBFB-Senders

Der 1-GHz- Klystronsender des longitudinalen Multibunch Feedback's für HERAe wurde 1990 aus Restbeständen der alten PETRA-HF-Systeme aufgebaut. Die alten Steuerschränke wurden damals nur so weit wie nötig an die neuen Anforderungen angepasst und durch einige zusätzliche Elektroniken ergänzt. Im Laufe der Jahre waren Mess- und Diagnosesysteme dazugekommen, die aus Platzgründen auf den Schränken oder auf Laborwagen davor platziert werden mussten. Im vergangenen Shut-Down wurde die Anlage komplett überarbeitet und auf moderne SPS-Steuerung umgestellt. Aufgrund der größeren Kompaktheit der neuen Steuerung konnten alle Komponenten in den vorhandenen 4 Steuerschränken untergebracht werden.



3.4.2 Neue Hochleistungs-Ferrit-Absorber an den Senderanlagen in HERA-West

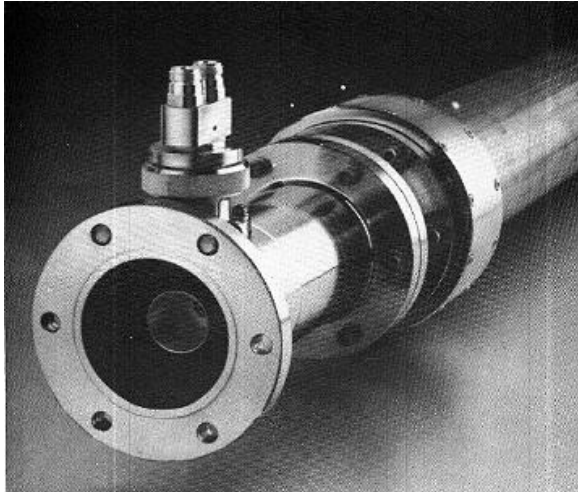
Um mittelfristig das ungeliebte und aus Umweltgesichtspunkten problematische Glykol aus den HF-Absorberkühlkreisen zu verbannen, wurden im vergangenen Shut-Down die alten, auf 30%iges Glykol-Wassergemisch angewiesenen, koaxialen Absorber der Senderanlagen HERA-WR und -WL gegen neue und leistungsfähigere Ferrit-Hohlleiter-Absorber ausgetauscht. Bei diesen neuen Absorbern wird die HF-Leistung von wassergekühlten Ferrit-Kacheln und nicht wie bisher direkt von dem Glykol-Wassergemisch absorbiert. Aufgrund der Entkopplung von Absorption und Kühlung besteht bei Absorbern dieser Bauart nicht mehr die Gefahr, dass Glykol-Wasser, beispielsweise durch einen Fensterbruch in das Hohlleitersystem läuft. An den beiden genannten Senderanlagen wurden insgesamt fünf 400-kW- und ein 100-kW-Absorber installiert. Die auf Glykol-Wassergemisch angewiesenen Koaxial-Absorber der zugehörigen Hohlleitersysteme konnten aufgrund von Lieferverzug leider noch nicht gegen Ferrit-Absorber ausgetauscht werden.

400-kW-Ferrit-Absorber am Sender HERA-WR

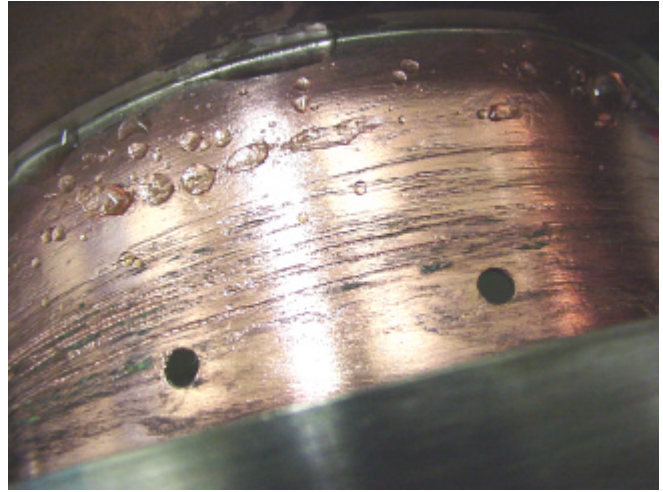


3.4.3 Wasserleckagen an den 100-kW-3 1/8“-Koaxial-Absorbern

Im Shut-Down 99/2000 wurden diverse Wasserleckagen an den sog. Balance-Absorbern der Hohlleiter-Systeme HERA und PETRA festgestellt. Vorsorglich wurde im März 2000 bei zwei Firmen Ersatz bestellt. Im Oktober 2000 zeigte eine erneute Bestandsaufnahme, dass bereits ca. 1/3 der rund 120 Absorber mehr oder weniger starke Wasserlecks aufwiesen. Das Glykol-Wasser hatte offenbar im Laufe von 10...15 Jahren den ca. 1mm starken Kupferaußenmantel der keramischen Fenster mit feinen Poren durchtunnelt, so dass sich bei einigen hpa Wasserdruck auf der Außenseite Wasserperlen bildeten.



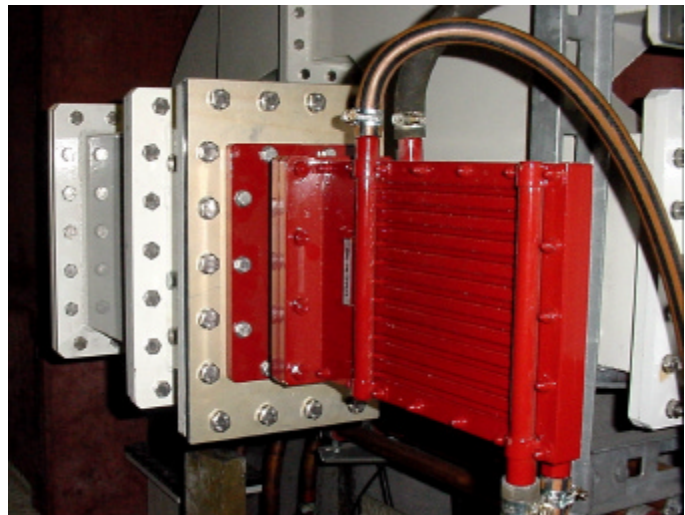
100-kW-3 1/8“-Koaxial-Absorber für Betrieb mit 30%igem Glykol-Wassergemisch



Wasserperlen durchdringen das poröse Kupfermaterial des koaxialen Außenleiters im Bereich des keramischen Fensters

Da zu befürchten war, dass auch die restlichen 80 Absorber bald leak werden könnten, wurde zusätzlich die Beschaffung von Ersatzteilen zur Reparatur der Absorber beim INP in Novosibirsk gestartet. Anfang 2001 zeigte sich, dass eine der beiden Firmen, bei denen Ersatz-Absorber bestellt wurden überhaupt nicht liefern würde und die andere nicht rechtzeitig zum Shut-Down 2001 liefern könnte. Da während des Jahres 2001 immer neue Leckagen auftraten und die Reservebestände zur Neige gingen, wurden einige Notmaßnahmen gestartet.

- 3 Ersatz-Absorber konnten von LEP/CERN übernommen werden.
- 5 für TTF bestimmte 1,3-GHz-Absorber wurden mittels eines speziellen, in der eigenen Werkstatt gefertigten, Transformators auf 1 GHz abgestimmt, für das größere Hohlleitersystem des long. Feedbacksystems passend gemacht und dort auch installiert (Bild rechts).
- 26 Absorber mit Leckagen wurden notdürftig mit Epoxidharz gedichtet.



Die restlichen 18 undichten Absorber konnten gegen die letzten noch vorhandene Reserve-Exemplare ausgetauscht werden.

Insgesamt mussten bis Oktober 2001 mehr als 50 Stück der 100-kW-3 1/8“-Koaxial-Absorber ausgetauscht werden (43% des Gesamtbestandes)

Jahresbericht 2001

Bei der letzten Bestandsaufnahme im November 2001 wurden keine neuen Leckagen entdeckt. Die Situation scheint vorerst entspannt zu sein. Auch die Reservebestände sind mittlerweile durch Lieferung einiger der bestellten Ersatz-Absorber wieder aufgefüllt.

3.4.4 Marconi-Klystron K-3480-YA, SN 01

Die ersten beiden 800 kW Marconi-Klystrons vom Typ K-3480-YA (kompatibel zu Philips YK-1304) wurden 1999 geliefert. Die Röhre mit der SN 01 bestand jedoch den Abnahmetest nicht und wurde Anfang 2000 reklamiert. Im Dezember 2000 wurde die Röhre erneut angeliefert und konnte erfolgreich am Sender HERA-SR in Betrieb genommen werden. Im Januar 2001 lief sie nur einige 10 h zu Testzwecken und wurde dann abgeschaltet, da der Wiederanlauf von HERA erst für September vorgesehen war. Im Laufe des Jahres wurde die Röhre hin und wieder bei kleiner Leistung betrieben (200 kW). Hohe Leistungen konnten während der Shut-Down-Arbeiten aus Sicherheitsgründen nicht gefahren werden. Als dies nach Beendigung der Arbeiten und Schließung des HERA-Tunnels möglich wurde, wies die Röhre eine überhöhte Auskoppel-Fenstertemperatur auf. Die maximal erlaubte Temperatur wurde bereits bei halber Nennausgangsleistung erreicht. Ursachenforschung brachte kein Ergebnis. Im November kamen zusätzlich Vakuumprobleme auf. Zuletzt kam der Getterpumpenstrom selbst ohne Heizung nicht mehr unter 15 μ A. Mitte November wurde die Röhre nach knapp 1300 Betriebsstunden wieder ausgebaut und für den Rücktransport zum Hersteller vorbereitet.

Das zweite Klystron dieses Typs läuft seit Anbeginn problemlos und hatte im November 5000 Hochspannungs-Betriebsstunden erreicht.