

Angaben zum Jahresbericht 2003

Die Gruppe MHF-e betreibt die 500/1000-MHz HF-Systeme aller Elektronen-Ringbeschleuniger. Diese HF-Systeme bestehen aus insgesamt ca. 120 normalleitenden und 16 supraleitenden Cavities, welche über ca. 3,5 km Hohlleitersystem von 16 Senderanlagen gespeist werden. An den Senderanlagen sind insgesamt 28 Dauerstrich-Klystrons installiert (23 800-kW Klystrons, ein 600-kW Klystron, zwei 300-kW Klystrons, zwei 250-kW Klystrons). Die DC-Anschlussleistung aller 16 Senderanlagen beträgt 34 MW.

1. HERAe-HF-Betrieb
 2. Besondere Ereignisse
 3. Besondere Aktivitäten der Gruppe MHFe
 4. Die angespannte Situation der Klystron-Reserven
-

1. HERAe HF-Betrieb

Im Berichtsjahr von November 2002 bis Oktober 2003 lagen zwei, durch einen 4-monatigen Shut-Down unterbrochene, Betriebsperioden.

In den 14 Betriebswochen der ersten Betriebsperiode von November '02 bis Ende Februar '03 lief einigermaßen kontinuierlicher Lumi-Betrieb, der allerdings immer wieder durch techn. Störungen und Schwierigkeiten behindert wurde. Für die Lumi-Runs wurden wegen der Untergrundproblematik nicht mehr als 30mA gefüllt (meist sogar nur ca. 20mA). An den techn. Störungen waren die 500-MHz HF-Systeme von HERAe mit 87 Störungen beteiligt. Das entspricht 6,2 Anlagenstörungen pro Woche, bzw. einem mittleren Zeitraum von 9 Tagen zwischen 2 Störungen eines HF-Systems (MTBTrip = 9d). Die Anlagenzuverlässigkeit war somit durchschnittlich. Der langjährige Durchschnittswert für die 500-MHz HF-Systeme beträgt MTBTrip = 10d. Auch die Verteilung der techn. Störungen auf die HF-System-Komponenten war recht durchschnittlich (siehe Abb 1.1 Verursacher von HF-Störungen Nov'02 – Feb'03, Vergleiche mit Betrieb im Jahr 2000).

In der zweiten Betriebsperiode waren insbesondere die Übergangszeit vom Shut-Down zur techn. Inbetriebnahme und die folgenden Betriebswochen durch große techn. Probleme gekennzeichnet. Kurz vor Ende des Shut-Downs brannte der HV-Raum des HF-Systems HERA-SL aus und kontaminierte sowohl den benachbarten HV-Raum des HF-Systems HERA-SR, als auch die Senderhalle. Das HF-System HERA-SR konnte erst nach Abschluss der Sanierungsarbeiten, in der 3. Septemberwoche wieder in Betrieb genommen werden. Der Wiederaufbau des ausgebrannten HV-Raumes konnte bis zum Ende des Berichtszeitraumes nicht abgeschlossen werden.

In der Inbetriebnahmephase wurde ein Schluss an einem BU-Magneten in HERA-NR festgestellt. Für dessen Reparatur musste das e-Vakuumsystem geöffnet, 2 Cavities und ¼ des Hohlleitersystems ausgebaut und nach Reparatur des Magneten wieder eingebaut werden. Diverse weitere kleinere technische Schwierigkeiten und Probleme gestalteten die techn. Inbetriebnahme, den Wiederanlauf und den Lumi-Betrieb der folgenden Monate schwierig. Um verlorene Zeit aufzuholen wurden Inbetriebnahme und Wiederanlauf zeitweise parallel durchgeführt.

Die nicht einsatzfähigen HF-Systeme HERA-SL und -SR und die daraus resultierende höhere Belastung, der verbliebenden HF-Systeme, verbunden mit dem relativ schlechten Cavity-Vakuum und der Parallelität von techn. Inbetriebnahme und Wiederanlauf des Strahlbetriebes, führten zu einer relativ schlechten Betriebszuverlässigkeit der HF-Systeme. In den 13 Betriebswochen von August '03 bis Oktober '03 wurden 212 Störungen der HERA-HF-Systeme registriert. Das entspricht 16 Anlagenstörungen pro Woche, bzw. MTBTrip = 2,8d pro HF-System. Störungen der HF-Systeme waren in der zweiten Betriebsperiode somit ca. 3x häufiger, als in der ersten Betriebsperiode. In Abb. 1.2 ist Zuordnung der HF-Störungen zu den Systemkomponenten für die zweite Betriebsperiode dargestellt. Der hohe Anteil der Cavity-Störungen ist augenfällig.

-MHFe-
Ebert

Verursacher von HF-Störungen

Zur Auswertung wurden die Störungen der HF-Systeme in 6 Kategorien aufgeteilt.

- HV: Sender-Gleichrichteranlage, Klystronschutz
- Sender: Senderanlage inkl. Klystrons, Zirkulator, Modulator, Luft- und Wasserkühlung
- Absorber/Hohlleiter: Hohlleitersystem mit Absorbern.
- Cavity: Cavities inkl. Vakuum-Überwachung, Kühlung und Tuning
- Sonstiges: Fehlbedienung, Phasing, SLC-Kryogenik, Netzvischer usw.
- Unbekannt: Verursacher konnte nicht eindeutig ermittelt werden.

Abb. 1.1

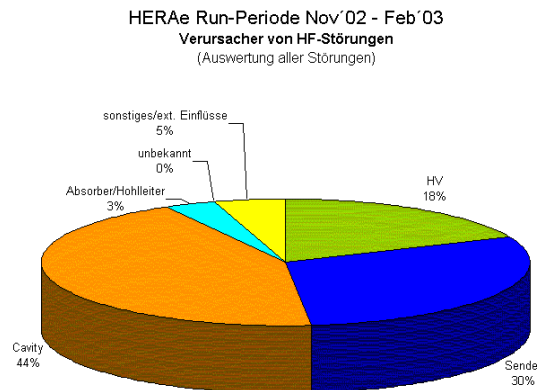
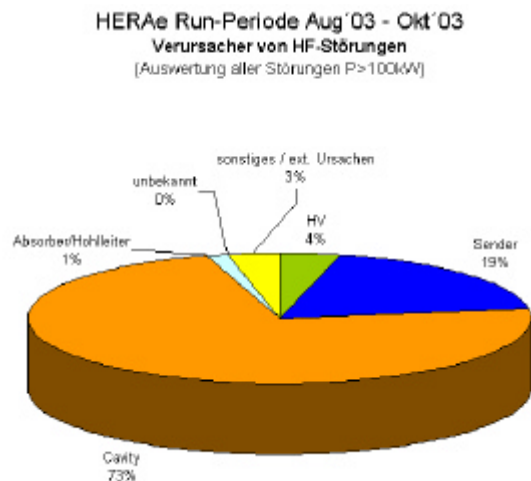


Abb. 1.2



2. Besondere Ereignisse

- Juni, HERA: Brand im HV-Raum des Senders HERA-SL => siehe Bericht von MKK
- Juni/Juli, HERA: defekter BU-Magnet in HERA-NR. Zur Reparatur musste das e-Vakuumsystem geöffnet, 2 Cavities und ¼ des Hohlleitersystems ausgebaut und nach Reparatur des Magneten wieder eingebaut werden.
- Oktober, HERA: Wasser-Vakuumleckage in der Cavity-Strecke HERA-OR. Ursache war eine schlechte Lötung an einem Cavity-Plunger.

3. Besondere Aktivitäten der Gruppe MHFe

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

3.1. Kühlkreise der HF-Absorber bei DESY-2 sind Glykol frei

Am HF-System für DESY-2 wurden alle 12 koaxialen HF-Absorber gegen Hohlleiter-Ferrit-Absorber ausgetauscht, um das bis dahin erforderliche Glykol aus den Absorberkühlkreisen zu verbannen.

Bei DORIS, PETRA und HERA ist die vollständige Umrüstung auf HF-Absorbertypen, die ohne Glykolzusatz betrieben werden können, aus technischen Gründen nicht möglich. Der Test eines aus Umweltgesichtspunkten unproblematischen Ersatzstoffes auf Natriummolybdat-Basis läuft seit einigen Monaten an einer Test-Senderanlage. Der vollständige Austausch des Glykols gegen diesen Ersatzstoff ist im Shut-Down 2004 an allen HF-Systemen vorgesehen.

3.2. Austausch von Plungern mit zu geringem Kühlwasserdurchfluss bei HERA

In der Vergangenheit, und insbesondere nach den Umbauten für den HERA-Lumi-Upgrade, wurden relativ oft HF-System-Störungen von der Durchflussüberwachung der Cavity-Kühlkreise ausgelöst. Messungen zeigten, dass im Wesentlichen zu hohe Strömungswiderstände in einzelnen Cavity-Plunger-Kühlkreisen die Ursache waren. 13 der 165 Cavity-Plunger wurden daraufhin im Shut-Down 2003 ausgetauscht.

3.3. Tuning eines zusätzlichen Reserve-Klystrons für das HERAe Multi-Bunch Feedback

Für die longitudinalen Multi-Bunch Feedback-Systeme bei HERA und DORIS ist je ein breitbandiges 1-GHz Klystron vom Typ Philips YK-1250B installiert. Die Klystrons sind bereits 45.000 bzw. 60.000 Stunden in Betrieb und nicht mehr lieferbar. Als Reserve stehen für DORIS und HERA insgesamt 3 Klystrons des Vorgänger-Typs YK-1250 zur Verfügung, die bereits in den Jahren 1989 und 1991 bei DESY von High-Efficiency Klystrons zu Breitband-Klystrons umgestimmt wurden. Die Klystrons wurden in den Jahren 1981-'84 für ein Bunchverlängerungs-System für PETRA-1 angeschafft und waren schon einige 10.000 Stunden in Betrieb.

Der Shut-Down 2003 wurde genutzt um ein weiteres altes Klystron des Typs YK-1250 von einer High-Efficiency Abstimmung auf eine Breitband-Abstimmung umzustimmen.

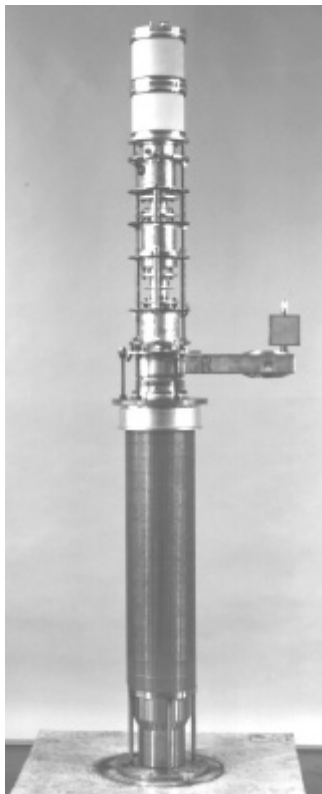


Abb. 3.1
Philips Klystron
YK-1250 im
Lagergestell.

Original-Daten YK-1250:

Kathodenspannung: 60 kV
Kathodenstrom: 12 A
HF-Leistung: 400 kW_{CW}
Frequenz: 999,35 MHz
Bandbreite: 2 MHz

Cavity-Abstimmungen:

	<u>Orig. Tuning</u>	<u>Breitband-Tuning</u>
Input-Cavity	999,3	1003,9 MHz
2. Cavity	1001,0	998,5 MHz
Harmonic-Cavity	1992,4	1985 MHz
Penultimate-Cavity	1014,3	1006,8 MHz
Output-Cavity	1000	1000 MHz

Daten mit neuer Breitband-Abstimmung:

Kathodenspannung: 50 kV
Kathodenstrom: 10 A
HF-Leistung: > 250 kW_{CW} (sat.), 100 kW (1 dB compr.)
Frequenz: 999,3 ... > 1006 MHz
Bandbreite: 7 MHz

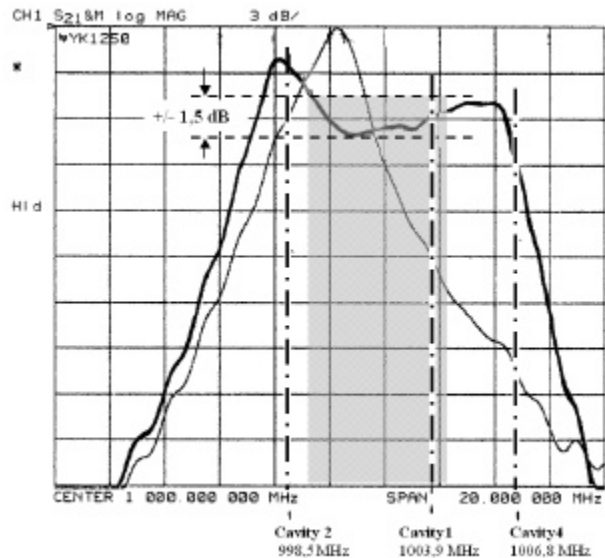


Abb. 3.2: Frequenzgang des Klystrons vor (dünne Kurve) und nach der Breitband-Abstimmung (dicke Kurve)

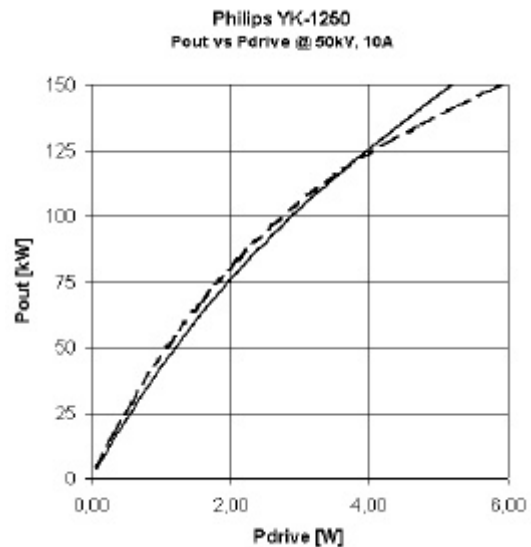


Abb. 3.3: Ausgangsleistung versus Treiberleistung vor (gestrichelt) und nach der Breitband-Abstimmung (durchgezogene Kurve)

3.4. Planungen zur PETRA-III HF

Im Berichtsjahr wurde die Eignung unterschiedlicher HF-System-Varianten für die neue Synchrotronstrahlungsquelle PETRA-III untersucht. Ziel der Untersuchung war, eine Konfiguration zu finden, die höchste Betriebszuverlässigkeit bei möglichst geringen Investitions- und Betriebskosten erwarten lässt. Das Ergebnis der Untersuchung wird im PETRA-III Design Report nachzulesen sein.

4. Die angespannte Situation der Klystron-Reserven

Durch den Wegfall eines unserer beiden Klystronlieferanten und überhöhte Preisforderungen des verbliebenen, ist die Situation der 500-MHz Reserve-Klystrons bei DESY seit 2002 angespannt. An der angespannten Situation wird sich voraussichtlich auch im Jahr 2004 nichts ändern.

Bei DORIS, PETRA und HERA sind 19 kompatible 800-kW-Klystrons in Betrieb. Die mittlere zu erwartende Lebensdauer beträgt 40.000 h. Das durchschnittliche Alter der Betriebsklystrons beträgt 25.000 h. Fünf Betriebsklystrons sind bereits über 40.000 h gelaufen. Die Betriebszeit pro Klystron beträgt ca. 5.000 h pro Jahr. Der Klystronverbrauch beträgt somit 2,4 Stück pro Jahr.

Derzeit steht an jedem Senderstandort noch ein voll aufgerüstetes Reserveklystron bereit, das innerhalb von 2...3 h in Betrieb gesetzt werden kann. Von den fünf Reserveklystrons sind nur drei neu; eines ist 26.000 h und eine weiteres 31.000 h alt.

Mitte 2004 wird die Lieferung von zwei neuen Klystrons erwartet. Eine zusätzliche Klystrons-Reparatur ist beauftragt und könnte bis Ende 2004 durchgeführt werden. Wenn es im Jahr 2004 keine Häufung von Klystronausfällen gibt, dann wird die Reserve-Situation Ende 2004 ähnlich wie Ende 2003 sein. Aufgrund der hohen Anzahl sehr alter Klystrons muss jedoch mit einer Ausfallhäufung im Jahr 2004 gerechnet werden. Eine daraus resultierende Einschränkung des HERA-Betriebes ist nicht auszuschließen.

Im Jahr 2005 wird sich die Situation durch die Lieferung von vier Klystrons eines neuen Lieferanten entspannen. Vorausgesetzt es gibt keinen Lieferverzug.

-MHFe-
Ebert

Anhang

MHFe in Stichworten

Die Gruppe MHFe besteht aus 25 Mitarbeitern

15 Ingenieure (1 mit Zeitvertrag)
1 Wissenschaftler
6 Techniker/Meister
3 Facharbeiter

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

Die HF-Systeme bestehen aus:

16 Senderanlagen

mit insgesamt

28 Klystrons

17 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),
1 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.