

Angaben zum Jahresbericht 1999

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

1. MHFe in Stichworten

Die Gruppe MHFe besteht aus 25 Mitarbeitern

13 Ingenieure (1 mit Zeitvertrag)
1 Wissenschaftler
8 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

13 Stk. 800-kW-Klystr. (Philips YK1304),
2 Stk. 800-kW-Klystr. (CPI 7958A),
1 Stk. 800-kW-Klystr. (EEV K3480Y)
4 Stk. 800-kW-Klystr. (Philips YK1301),
4 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. **3,2 km Hohlleiter** auf ca. **120 normalleitende und 16 supraleitende Cavities** verteilt.

2. HERAe-HF-Betrieb im Berichtsjahr

Gegenüber dem Vorjahr, welches durch Elektronenbetrieb mit relativ schlechtem Strahlvakuum, kurze Runs und niedrige Strahlströme gekennzeichnet war, konnte die relative Betriebssicherheit wieder etwas gesteigert werden. Die Anzahl der HF-bedingten Strahlverluste bezogen auf die integrierte Luminosität ist zwar nahezu konstant bei ca. 3 pbarn geblieben, die Betriebsbedingungen für die HF-Systeme waren aber deutlich härter als im Vorjahr (siehe *Tabelle 1*).

- Die mittlere Run-Dauer verlängerte sich um 55%
- Der mittlere Anfangsstrom der Lumi-Runs vergrößerte sich um 22%
- Die mittlere Senderleistung bei Run-Beginn vergrößerte sich um 6%

Tabelle 1: Strahl- und HF-Betrieb der HERA-e-Maschine

	1999	1998
Strahlbetrieb	Positronen	Elektronen
Dauer des Lumi-Betriebes in Monaten ¹⁾	8	4
Anzahl der Lumi-Runs	317	137
Integrierte Luminosität	45 pb ⁻¹	9 pb ⁻¹
mittlere Anzahl der Lumi-Runs pro Monat	39	34
mittlere Dauer eines Lumi-Runs	8,4 h	5,4 h
mittl. Zeit zwischen zwei Lumi-Runs ²⁾	10,4 h	16,1 h
mittl. Anfangsstrom eines Lumi-Runs	30,6 mA	25 mA
mittl. Strom während der Lumi-Runs	18 mA	14 mA
über den gesamten Betriebszeitraum gemittelter Strom ³⁾	11 mA	6 mA
HF-Betrieb		
mittl. Leistung pro HF-System zu Beginn eines Lumi-Runs	750	710 kW
Gesamtzahl der Strahlverluste ⁴⁾ durch Störungen der HF-Systeme	139	26
Desgl. bezogen auf die integrierte Luminosität	3,1 pb	2,9 pb

1) Anzahl der Wochen mit Lumi-Betrieb *7 / 30,5

2) 30,5*24 h/Monat / 39 Runs – mittl.Run-Dauer.

3) inkl. Ströme außerhalb der Lumi-Runs

4) Def. Strahlverlust: $\Delta I_b > 10\%$

Verursacher von HF-Störungen

Zur Auswertung wurden die Störungen der HF-Systeme in 5 Kategorien aufgeteilt.

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

Wie **Diagramm 1** zeigt, fielen 40% aller HF-Störungen in die Rubrik "Cavity". Eine Aufschlüsselung der Cavity-Probleme zeigt **Diagramm 2**

Diagramm 1

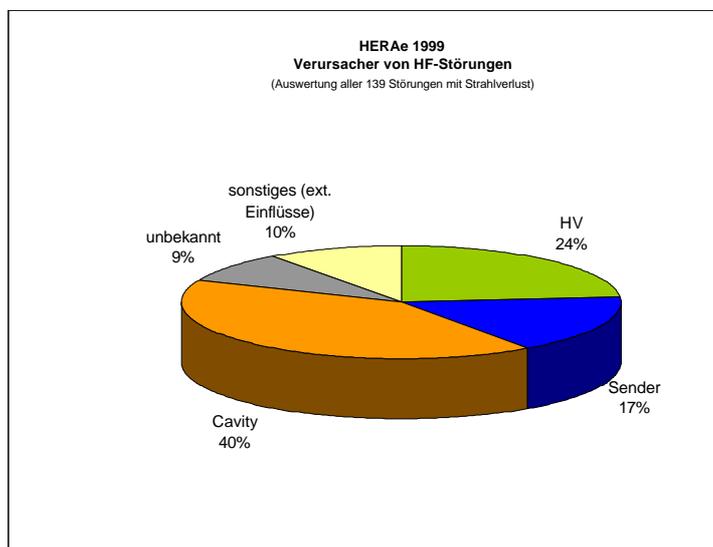
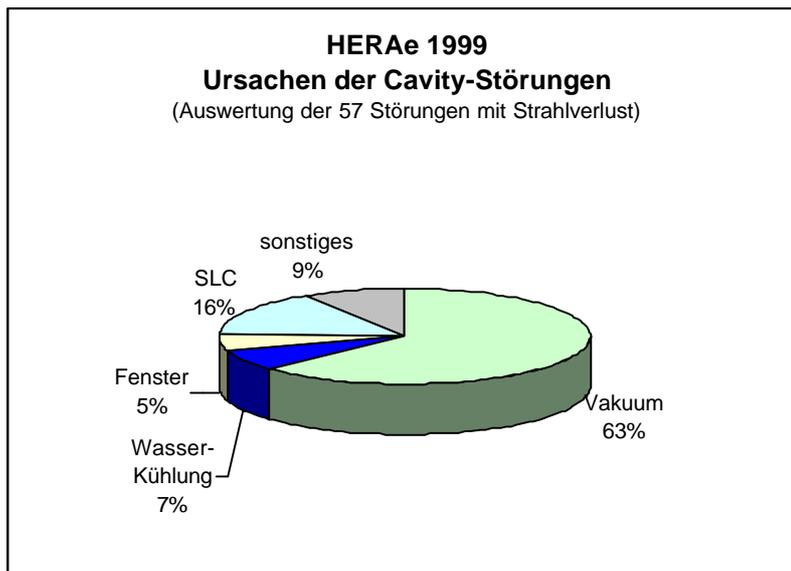


Diagramm 2



Legende zu Diagramm 2

Vakuum:	Druck $> 10^{-6}$ mbar, Druck $< 10^{-10}$ mbar,
Wasser-Kühlung:	Wasserdurchflußüberwachung der verschiedenen Cavity-Kühlkreise
Fenster:	Fenstertemperatur der HF-Einkopplung
SLC:	Sammelmeldung für Störungen der supraleitenden Cavities
Sonstiges:	Hohlleitersystem mit Absorbern, Tuning

Diagramm 2 zeigt, daß fast 2/3 der Cavity-Störungen auf das Konto "Cavity-Vakuum" gehen. Im Laufe des Betriebsjahres fiel auf, daß seltsamerweise das Cavity-System mit dem besten Strahlvakuum, die meisten Vakuum-Störungen verursachte. Eine erste Auswertung der Vakuum-Störungen zeigte, daß nahezu alle in einem eng begrenztem Leistungsbereich von ca. 70kW/Cavity aufgetreten waren, der für Multipacting bekannt ist. Allerdings war der Vakuum-Druck bei diesen Ereignissen überraschenderweise nie über einige 10^{-7} mbar hinausgegangen. Die Interlock-Schwelle liegt bei 10^{-6} mbar. Bei genaueren Untersuchungen vor Ort konnte die Ursache für diese seltsamen Störungen ermittelt werden.

Techn. Hintergrund:

Die Netzteile der Vakuum-Getterpumpen sind jeweils mit einem zuschaltbaren Signalglättungskondensator ausgestattet. Dieser Kondensator wird automatisch bei Drücken $>$ einige 10^{-8} mbar zugeschaltet. Der Ladestrom des Signalglättungskondensators ist in Fällen wo es einen schnellen Druckanstieg von 10^{-9} auf 10^{-7} mbar gibt (z.B. beim Durchfahren eines Multipacting-Bereiches) so groß, daß das Druck-Meßsignal für einige Sekunden auf $< 10^{-10}$ mbar zusammenbricht. Da Druckwerte $< 10^{-10}$ mbar vom Cavity-Vakuum-Interlock als "Getterpumpe AUS" interpretiert werden, kam es in diesen Fällen jedesmal zur Senderabschaltung und meistens auch zum Strahlverlust. Beim Cavity-Vakuum-Interlock ist derzeit noch keine Fernanzeige differenzierter Störungsmeldungen möglich. Alle Ereignisse werden im Kontrollraum nur mit der Meldung "Cavity-Vakuum" signalisiert. Wegen dieser undifferenzierten Signalisierung und dem Umstand, daß das Problem nur bei schnellen Druckanstiegen und ansonsten sehr gutem Cavity-Vakuum auftrat, konnte das Problem lange unerkannt bleiben.

Erste Maßnahmen zur Verhinderung derartiger Störungen wurden in den letzten Betriebswochen bereits getroffen.

3. Aktivitäten der Gruppe im Berichtsjahr

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

3.1 HF-Leck-Interlock

Ein von MHFe entwickeltes HF-Leck-Interlock-System für 500MHz wurde an allen Speicherringen installiert und in Betrieb genommen. Im Bereich aller 500-MHz-HF-Komponenten wurden insgesamt 300 Leck-Sensoren mit einer Ansprechempfindlichkeit von < 500 mW/m² installiert. Die Positionierung der Sensoren wurde so gewählt, daß jedes Leck mit einer Leckleistung > 100 W automatisch zur Senderabschaltung führt. Bei der Entwicklung der Lecksensoren wurde besonderen Wert auf einfachen Aufbau, Wartungsfreiheit, Fehlauflösungssicherheit und einfache Installierbarkeit gelegt. Die Sensoren bestehen im wesentlichen aus einer selektiven Antenne mit ca. 20% Bandbreite, einer HF-Diode und einem Schaltausgang mit einem elektronischen Relais. Ihre Betriebsenergie beziehen die Sensoren aus dem HF-Leckfeld: Dadurch ist die Möglichkeit einer Fehlauflösung ohne echtes Leck relativ unwahrscheinlich.

Zur Lecküberwachung der beiden 1-GHz-HF-Systeme bei HERA und DORIS werden gegenwärtig entsprechende Sensoren entwickelt. Die Installation ist für den kommenden Shut-Down geplant.

3.2 Neuer HV-Raum für 1-GHz-Feedback-System bei DORIS

Im vergangenen Jahr mußte die letzte noch in Betrieb befindliche clophen-gefüllte Senderstromversorgung bei DORIS außer Betrieb genommen und durch eine neue Anlage ersetzt werden. In diesem Zusammenhang wurde

Jahresbericht '99

in der Senderhalle DORIS-NR ein neuer HV-Raum errichtet und für das 1-GHz-Feedback-System in Betrieb genommen.

3.3 Modernisierung des Cavity-Teststandes in Halle 2a

Zur Rationalisierung anstehender Abnahmetests von neu produzierten 500-MHz-Cavities, wurde der Cavity-Teststand mit moderner Sensorik und einer SPS ausgestattet. Konditionierprozesse und Abnahmemessungen können jetzt voll- bzw. halbautomatisch durchgeführt werden.

3.4. Erfolgreiche Abnahmetests von neuen 5-zelligen 500-MHz-Cavities der Firma ACCEL

Der Prototyp und das 1. Serien-Cavity bestanden erfolgreich die Abnahmetests. Weitere 19 Cavities werden im Laufe Jahres folgen. Mindestens 2 dieser neuen Cavities werden im kommenden Shut-Down bei HERA installiert.

3.5. Erfolgreiche Inbetriebnahme neuer 500-MHz 800-kW-Klystrons der Firmen CPI und EEV

Nach der überraschenden Produktionseinstellung unseres langjährigen Klystronlieferanten PHILIPS und der Auslieferung des letzten Klystrons im Januar 1998, konnten die ersten Klystrons unserer neuen Lieferanten erfolgreich in Betrieb genommen werden. Derzeit sind zwei CPI-Klystrons am HF-System HERA-WL und ein EEV-Klystron am Sender HERA-SR in Betrieb.