

Angaben zum Jahresbericht 1997

1. MHFe in Stichworten
2. HERA-HF-Betrieb im Berichtsjahr
3. Neuer HF-Sender für DORIS
4. Zusätzliches HF-System für HERA

1. MHFe in Stichworten

Die Gruppe MHFe besteht aus 29 Mitarbeitern

- 14 Ingenieure (zwei mit Zeitvertrag)
- 2 Wissenschaftler
- 9 Techniker/Meister
- 4 Facharbeiter

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

Die HF-Systeme bestehen aus:

15 Senderanlagen

mit insgesamt

26 Klystrons

- 14 Stk. 800-kW-Klystr. (Philips YK1304),
- 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 14 Senderanlagen beträgt 31,5 MW

Die Nennleistung der 500-MHz-Sender beträgt

HERA, PETRA, DORIS: insgesamt 15 MW_{CW}
DESY2 200 kW_{CW} / 800 kW_{Peak}

Die Nennleistung der 1-GHz-Sender beträgt

HERA, DORIS: insgesamt 100 kW_{CW} / 400 kW_{Peak}

Die HF-Leistung wird über ca. **3,2 km Hohlleiter** auf **123 normaleitende und 16 supraleitende Cavities** verteilt.

2. HERA-Betrieb im Berichtsjahr

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

	1997	1996
Strahlbetrieb		
Dauer des Lumi-Betriebes	7,5 Monate	4 Monate
Anzahl der Lumi-Runs	279	143
mittlere Anzahl der Lumi-Runs pro Monat	37	36
mittlere Dauer eines Lumi-Runs	7,6 h	7,8 h
mittl. Zeit zwischen zwei Lumi-Runs	12,1 h	12,0 h
mittl. Anfangsstrom eines Lumi-Runs	36 mA	32 mA
mittl. Strom eines Lumi-Runs	25 mA	28 mA
über den gesamten Zeitraum gemittelter Strom	11 mA	11 mA
HF-Betrieb		
mittl. Leistung pro HF-System zu Beginn eines Lumi-Runs	940 kW	890 kW
Anzahl der Strahlverluste durch Störungen der HF-Systeme	124	37
Wahrscheinlichkeit eines Strahlverlustes durch Störung eines HF-Systems	44%	26%

Ausfälle der HF-Systeme

Die HF-Systeme fielen im Berichtsjahr deutlich öfter durch Störungen aus, als im Vorjahr. Pro Monat ereigneten sich ca. 16 Ausfälle mit folgendem Strahlverlust. Im Vorjahr waren es nur ca. 9 Ausfälle pro Monat. Bezieht man die HF-Störungen auf die Anzahl der Lumi-Runs, so ergibt sich für dieses Jahr eine Wahrscheinlichkeit von 44%, daß ein HF-System während der Injektion, der Ramp-Prozedur oder des Lumi-Runs ausfällt und der Strahl verloren geht. Im Vorjahr lag diese Wahrscheinlichkeit nur bei 26%.

Die Ursache für die erhöhte Ausfallwahrscheinlichkeit ist nach derzeitigem Erkenntnisstand der im Mittel höhere Strom zu Beginn der Lumi-Runs (+12,5% gegenüber Vorjahr). Durch den höheren Strom kam es häufiger zu Gasausbrüchen in den normalleitenden und zu Kopplerproblemen in den supraleitenden Cavities.

Tabelle 2: Ausfallwahrscheinlichkeit der HERA-HF-Systeme nach Verursacher

Wahrscheinlichkeit für Kopplerprobleme an einem der 16 supraleitenden Cavities	18,2%
Wahrscheinlichkeit für den Ausfall einer der 7 Senderanlagen (inkl. 82 normalleitende Cavities, Senderstromversorgungen, Kühlungssysteme) durch diverse unterschiedliche Störungen	11,7%
Wahrscheinlichkeit für HV-Störungen an einem HF-System aufgrund feuchter Witterung	6,7%
Wahrscheinlichkeit für sonstige Störungen (Netzeinbrüche, Fehlbedienung, Gewitter, usw.)	7,4%
Summe:	44%

Tabelle 2 zeigt, daß die Koppler der supraleitenden Cavities das größte Problem darstellen. Im diesjährigen Shut-Down sollen die Koppler modifiziert werden. Es besteht die berechtigte Hoffnung, daß die Zuverlässigkeit der supraleitenden Cavities im kommenden Jahr, die der normalleitenden Cavities erreicht (Bericht MHF-sl ?). Den 2. Platz in der Tabelle der Ausfallwahrscheinlichkeiten nehmen die 7 Senderanlagen inklusive der 6 normalleitenden Cavity-Strecken ein. Um die Ausfallwahrscheinlichkeit mit der der supraleitenden Cavity-Strecke vergleichen zu können, muß man sie durch die Anzahl der Senderanlagen und die Anzahl der Cavity-Strecken dividieren. Man erhält dann näherungsweise die Ausfallwahrscheinlichkeit für eine Senderanlage, bzw. für eine normalleitende Cavity-Strecke von ca. 0,9%. Diese Zahl ist gegenüber den anderen in der Tabelle aufgeführten vernachlässigbar. Da es sich hier um diverse unterschiedliche Störungen handelt, kann die Zuverlässigkeit auch nur sehr schwer weiter gesteigert werden. Viel lohnender ist die Reduzierung

Jahresbericht '97

feuchtigkeitsbedingter Hochspannungs-Überschläge und die damit verbundenen Ausfälle von HF-Systemen. Insgesamt 30 Systemausfälle mit 19 Strahlverlusten gehen auf dieses Konto. Witterungsbeobachtungen zeigen eine deutliche Korrelation zwischen Feuchtigkeit der Außenluft und Überschlägen in den HV-Räumen der Senderanlagen. Die Wahrscheinlichkeit für einen solchen Ausfall mit Strahlverlust lag im gesamten beobachteten Zeitraum von März bis Oktober bei 6,7%. In den Monaten mit häufig schwüler Witterung (Mai bis August) lag die Wahrscheinlichkeit bei 10,8%. Ein Anstieg der „gewichteten Luftfeuchtigkeit“¹⁾ auf einen

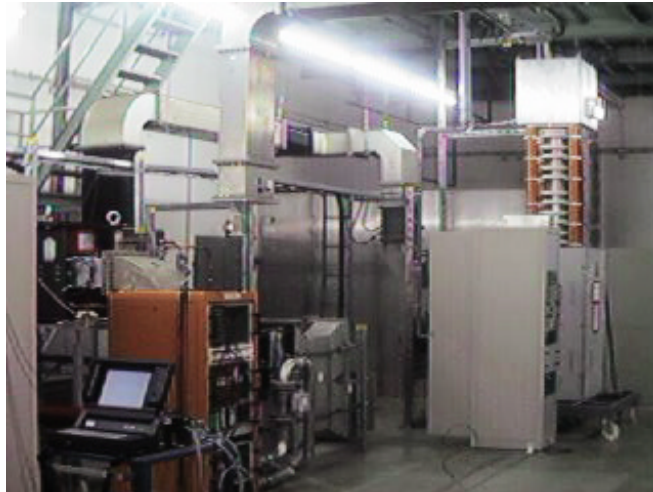
Wert $\frac{h}{h_{\text{Vortag}}} h > 15 \frac{g}{m^3}$ führte mit einer Wahrscheinlichkeit von 49% zu einem Ausfall mit Strahlverlust.

Um die Zuverlässigkeit des Betriebes zu erhöhen, will -MKK3- im diesjährigen Shut-Down die HV-Räume der HERA-Senderanlagen klimatisieren.

¹⁾ Die „gewichtete Luftfeuchtigkeit“ ist eine empirisch gefundene Größe. Sie setzt sich aus der augenblicklichen absoluten Luftfeuchtigkeit und einem „Gewichtungsfaktor“ zusammen. Der Gewichtungsfaktor ist das Verhältnis von augenblicklicher Feuchte und Feuchte am Vortag. Er spiegelt die Erfahrung wider, daß besonders der Wechsel von trockener zu feuchter Witterung zu HV-Problemen führt.

3. Neuer HF-Sender für DORIS

Im Shut-Down '94/'95 mußten bei DORIS drei von vier HF-Sendern stillgelegt werden, da die mit Clophen gefüllten HV-Anlagen nicht mehr weiter betrieben werden durften. Die Ausgangsleistung des verbleibenden HF-Senders wurde im selben Shut-Down provisorisch durch Einbau eines 2. Klystrons verdoppelt. Seit 1995 wurde DORIS mit diesem einen Sender (Nennleistung 1000 kW) betrieben. Um einen Reserve-Sender zur Verfügung zu haben und für die angestrebten höheren Strahlströme genügend HF-Leistung liefern zu können, wurde nach Abbruch der stillgelegten HF-Sender mit der Planung und dem Aufbau eines neuen Senders begonnen. Der Sender (Nennleistung 800 kW) wurde im Sommer '97 fertiggestellt läuft seit September '97 für den DORIS-Betrieb.



Neuer 800-kW-Sender in der Halle Q4

4. Zusätzliches HF-System für HERA

Um die Betriebsicherheit der HERA-e-Maschine zu erhöhen, wurde 1995 mit der Planung eines zusätzlichen HF-Systems für HERA begonnen. Als Standort wurde die Halle HERA-West gewählt, da im Tunnel West-links die einzige Möglichkeit zum Einbau einer Cavity-Strecke besteht. Im Shut-Down '95/'96 wurde in der Senderhalle Platz für den zusätzlichen Sender geschaffen. Dazu mußte der 1-GHz-Feedback-Sender komplett abgebaut und einige Meter weiter wieder aufgebaut werden. Im Frühjahr dieses Jahres wurde im hinteren Teil der Senderhalle eine Zwischendecke eingezogen, um Raum für die HV-Komponenten und die Steuer- und Kontroll-Elektronik zu schaffen. Seit dem Sommer wird am Aufbau der Elektronik und HV-Komponenten gearbeitet. Im März '98 soll die Senderanlage und die zugehörige Cavity-Strecke betriebsbereit sein.



Senderhalle HERA-West im Dezember '95

Vordergrund: die beiden Klystrons des Senders West-rechts.

Hintergrund: das 1-GHz-Klystron des Feedback-Senders (eingerammt von zwei Reserveklystrons)



Senderhalle HERA-West im Oktober '97

Links oben: neuer HV-Raum auf der eingezogenen Zwischendecke (mit geöffneter Ladeluke). **Links unten:** versetztes Klystron des Feedback-Senders. **Mitte unten:** Freiraum für den neuen HERA-Sender