

Die Vorbeschleuniger

LINAC II und PIA

Mit dem Ende des Betriebsjahres 2000 wurde eine Reihe neuer Komponenten am LINAC II in Betrieb genommen. Das komplett erneuerte und auf moderne Vakuumtechnik umgebaute Injektionssystem läuft seit Beginn des Jahres 2001 störungsfrei im Beschleunigerbetrieb. Insgesamt wurden drei Beschleunigerabschnitte durch neu gefertigte ersetzt. Hierbei wurde im ersten Abschnitt die Anpassung an die noch nicht abgeschlossene Gruppierung der Elektronenpakete aufgegeben und ein Standardabschnitt eingebaut. Mit der Inbetriebnahme zum Jahresbeginn konnte die an PIA gelieferte Teilchenzahl der Positronen auf 3.9×10^{10} Teilchen gesteigert werden. Dies ist eine Verdoppelung der über lange Jahre hinweg üblichen Teilchenzahl. Der während der Betriebsunterbrechung ebenfalls erneuerte Positronen-Separator hat sich beim Betriebsanlauf und während der Optimierung der Positronen-Intensität bewährt. Im Lauf des Jahres konnten drei weitere Modulatoren parallel zum Beschleunigerbetrieb auf Kondensatorladegerät und SPS-Steuerung umgebaut und wieder in Betrieb genommen werden. Der Beschleunigerbetrieb wurde nicht beeinträchtigt.

Auch im beginnenden Jahr 2002 werden weitere Modulatoren umgebaut. Abgeschlossen wird die Modernisierung und damit die Erhöhung der Betriebssicherheit für die kommenden Jahre durch den Austausch der noch verbliebenen vier alten Beschleunigerabschnitte und den Umbau der restlichen Modulatoren. Diese Arbeiten sind für die nächste große Betriebsunterbrechung bei HERA geplant. Der während der Betriebsunterbrechung Ende letzten Jahres in Betrieb genommene neue zweistufige Tetroden-Leistungsverstärker für das 10.4 MHz-System läuft seit Beginn des Jahres störungsfrei. Der alte Verstärker wird für den Einsatz als Reserveeinheit umgebaut. Für das 125 MHz-System muss ein neuer Beschleunigungsresonator gebaut werden, da zum einen kein Ersatz vorhanden ist, zum anderen der

eingebaute Resonator in der Vergangenheit wegen einer hartnäckigen Multipactorentladung Probleme bereitet hat. Hier wurde damals eine Titan-Nitrid-Bedampfung zur Unterdrückung der Entladung vorgenommen. Der Ersatz-Resonator befindet sich zur Zeit in der Konstruktionsphase.

LINAC III

Nachdem sich der in den vergangenen Jahren vorangetriebene Umbau des LINAC III Injektionssystems schon im Testbetrieb bewährt hatte, der wechselweise Betrieb von zwei verschiedenen H^- -Quellen also möglich wurde, konnte der Betrieb der Cäsium-freien Hochfrequenzquelle zusammen mit dem LINAC III so optimiert werden, dass sie seit Herbst für mehrere Wochen als Betriebsquelle eingesetzt werden konnte. Dabei wurde bei einem in den LINAC III injizierten Strom von 9.4 mA und einer Pulslänge von $45 \mu s$ ein hochbeschleunigter und stabiler Strom von 210 mA in DESY III erreicht. Die Umschaltung zwischen beiden Quellen ist inzwischen rechnergesteuert möglich und benötigt nur wenige Minuten. Die Stabilität der LINAC III Sender und damit der LINAC-Energie konnte durch den Einbau schneller Amplitudenregelungen und hochstabiler Schirmgitternetzgeräte wesentlich verbessert werden. Die Amplitudenregelungen kompensieren nun auch die Strahllast.

DESY II

DESY II wurde nach dem Austausch der Summendrossel, dem Einbau eines neuen Strahlfängers in einem Strahltransportweg und der Modernisierung der Senderanlage im Januar 2001 wieder mit Positronen in Betrieb

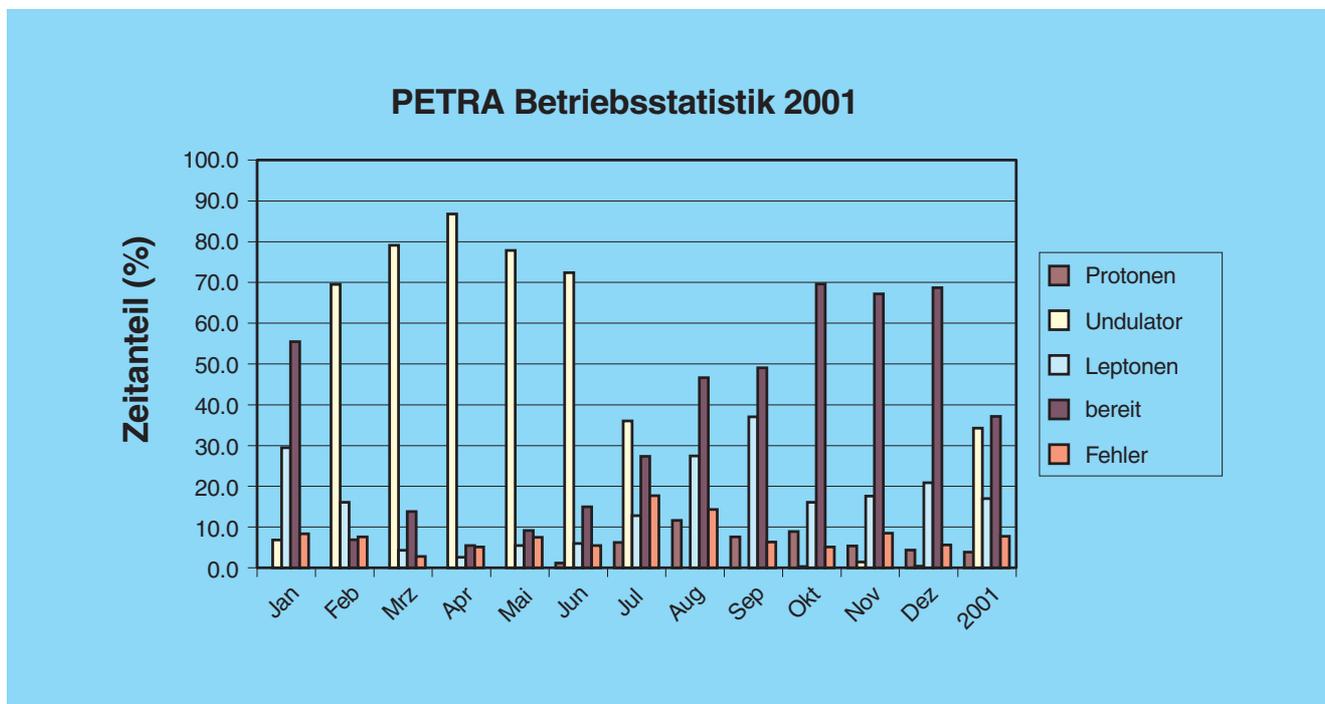


Abbildung 112: Aufteilung der Betriebszeit 2001 auf die einzelnen Betriebsmodi: Vorbeschleunigerbetrieb: Leptonen und Protonen; Synchrotronstrahlungsbetrieb: Undulator; Maschine im Wartezustand: bereit.

genommen. Als Vorbeschleuniger lieferte DESY II mit gewohnter hoher Zuverlässigkeit mittlere Intensitäten von $(1.2-1.3) \times 10^{10}$ Teilchen pro Bunch, 2.0–2.1 mA bei 7 GeV für PETRA und $(3-4) \times 10^9$ Teilchen bei 4.5 GeV für DORIS. In den Füllpausen stellte DESY II in der ersten Jahreshälfte auch wieder Strahl für die Teststrahl-Benutzer zur Verfügung. Im Juli 2001 wurde ein DESY II-Standby-Zustand zur Reduzierung der Energiekosten während der Füllpausen eingeführt.

DESY III

Während der Wartungsperiode 2000/2001 wurden neben dem Einbau eines neuen Resonators und Verbesserungen am Lagemonitorsystem die Blindleistungskompensationsanlage modernisiert und eine neue Steuerungslogik für die Schieberventile eingebaut. Bei der Wiederinbetriebnahme mit Strahl im Mai wurde der neue Resonator während mehrerer Wochen konditioniert. In dieser Zeit wurde das Kontrollsystem auf

ein neues Betriebssystem umgestellt. Zusätzlich wurde die Ansteuerung von mehreren Hauptmagnetkreisen verbessert. Ende November musste das Ejektionsseptum wegen eines Wasserlecks im Vakuumsystem ausgetauscht werden. Als Protonenbeschleuniger für PETRA lief DESY III wieder mit hoher Zuverlässigkeit. Der mittlere Wert des Gesamtstroms konnte durch Optimierungen um 5% auf 210 mA gesteigert werden. Die erreichten Spitzenströme lagen über 220 mA.

PETRA II

Im Betriebsjahr 2001 lief PETRA fast während des ganzen Jahres. Nach dem Wiederanlauf im Januar wurde die Maschine bis Anfang Juli im Wesentlichen als Synchrotronstrahlungsquelle genutzt. Den Rest des Jahres lief die Maschine als Vorbeschleuniger für HERA. Änderungen an der Maschine betrafen das Kontrollsystem, das auf ein neues Betriebssystem umgestellt wurde, und die Elektronen-Hochfrequenz, die umgebaut wurde, um

eine höhere Betriebssicherheit zu erzielen. Die Verteilung der Zeit auf die einzelnen Betriebsmodi entnimmt man Abbildung 112. Der Betrieb im Einzelnen sah wie folgt aus:

Betrieb als Vorbeschleuniger

Elektronen/Positronen

Die Maschine lief etwa 17% der Zeit als Positronen-Vorbeschleuniger für HERA. Der Betrieb war wie in den vorangegangenen Jahren unproblematisch.

Protonen

Während der Anlaufphase zu Beginn des Jahres gab es noch einige Probleme mit dem umgestellten Kontrollsystem, die allerdings zum überwiegenden Teil in der ersten Jahreshälfte gelöst wurden, so dass im Wesentlichen das positive Betriebsergebnis des letzten Jahres wiederholt werden konnte.

Die im letzten Jahresbericht erwähnten Schwierigkeiten mit der Ejektion von Protonen traten in diesem Jahr nicht auf, da diesmal der Betrieb als Synchrotronstrahlungsquelle bzw. Vorbeschleuniger zeitlich klar getrennt war. Allerdings konnte der Verdacht bestätigt werden, dass durch den Synchrotronstrahlungsbetrieb die Ferrite der Kicker aufgewärmt werden, was zu einer erheblichen Minderung der magnetischen Ablenkfelder führen kann. Ob die geschaffenen Gegenmaßnahmen, wie zusätzliche Abschirmung der Kicker gegen elektromagnetische Felder der Positronenbunche und der Einbau eines dritten Ejektionskickers, das Ejektions-Problem lösen, konnte in diesem Jahr leider nicht geklärt werden.

Einen weiteren Einfluss des Positronenbetriebs auf den Protonenbetrieb gibt es vermutlich auch über die Protonen-Hochfrequenz. Elektromagnetische Felder, die von den Positronenbunchen in den Proton-Hohlraumresonatoren induziert werden und deren Größe proportional zum Positronenstrom ist, können sowohl die Abstimmereinheiten, so genannte Tuner, wie auch die so genannten „Higher Order Mode“ (HOM)

Koppler zerstören. Dies hat zur Folge, dass entweder die Strahlverluste während des Beschleunigens erheblich zunehmen, oder aber zumindest die Protonenbunche erheblich länger werden, so dass die Strahlqualität deutlich verschlechtert wird und damit in der Regel nicht mehr akzeptabel für HERA ist. Inwieweit diese beiden Problematiken, einerseits die Protonejektion und andererseits der Einfluss auf die Protonenhochfrequenz, den Positronenstrom im Synchrotronstrahlungsmodus begrenzen, muss im nächsten Jahr geklärt werden.

Betrieb als Synchrotronstrahlungsquelle

In den Monaten Februar bis einschließlich Juni lief PETRA ausschließlich mit Positronen zu etwa 77% der Zeit als Synchrotronstrahlungsquelle. Dass die Verfügbarkeit nicht höher war, hat mehrere Gründe. Zum einen dauerten die Tests an dem umgestellten Kontrollsystem länger als erwartet. Anfangsschwierigkeiten mit der umgebauten Elektronenhochfrequenz führten zu Ausfällen und Betriebsunterbrechungen. Auch nach deren Beseitigung gab es noch zahlreiche Strahlverluste durch Ausfall des Hochfrequenzsystems. Zwar wurden im Laufe des Jahres viele dieser Mängel beseitigt, aber letztlich war der Zustand noch nicht befriedigend.

Neben diesen technischen trat auch noch ein prinzipielles Problem auf. Wie sich im Laufe der ersten Monate herausstellte, ist die Maschine durch den Umbau der Elektronen-Hochfrequenz empfindlicher gegenüber longitudinalen Instabilitäten, die durch den Grundmodus der Hochfrequenz verursacht werden. In der Vergangenheit konnte man die Maschine durch Erhöhung der Hochfrequenzumfangsspannung stabilisieren. Durch den Umbau der Hochfrequenz ist die Leistung der Anlage und damit die Spannung begrenzt, so dass diese Art der Stabilisierung nicht mehr praktiziert werden kann. Diese Begrenzung der Leistung ist von der ökonomischen und Betriebssicherheitsseite sinnvoll und wünschenswert. Nachdem der Instabilitätsmechanismus verstanden war, konnte aber durch ein geeignetes Rückkopplungssystem der Strahl wieder stabilisiert werden, so dass der Umbau der Hochfrequenz die Strahlintensität der Positronen nicht limitiert.