

Speicherringanlage HERA

Im Berichtsjahr 2001 stand HERA im Zeichen der Umbauarbeiten für die Luminositätserhöhung. Im Vorjahr waren bereits die alten Beschleunigerkomponenten weitgehend ausgebaut und die neuen Magnetstützen teilweise aufgestellt worden. Die Montage der neuen Beschleunigerkomponenten ging zügig voran, inklusive des Einbaus der Spinrotatoren in den geraden Stücken Nord und Süd.

Am 1. Mai waren die Einbauarbeiten im Norden abgeschlossen. Zwei Wochen später war auch das gerade Stück Süd bereit für die Inbetriebnahme. Ab Mitte Mai wurden Vermessungsarbeiten, die Inbetriebnahme der Netzgeräte, Vakuumtests und die Inbetriebnahme und Justierung des neu installierten drahtgestützten Magnetpositions-Messsystems durchgeführt. Alle diese Arbeiten sind ausführlich im Bericht der technischen Gruppen beschrieben. Vor Beginn des Strahlbetriebs wurden noch einmal alle Magnete, an denen während der Betriebsunterbrechung gearbeitet wurde, bezüglich Polarität und Zuordnung zum Kontrollsystem überprüft und dabei gefundene Unstimmigkeiten beseitigt. Am 27. Juli wurde der Strahlbetrieb mit der Injektion von Protonen in HERA aufgenommen. Die Inbetriebnahme von Protonen verlief ohne größere Probleme. Nach der Aufdeckung von einigen Fehlern bei der Ansteuerung der Netzgeräte und nach der Beseitigung von Problemen mit der Magnetkühlung konnten bis zum 13. August Protonen routinemäßig injiziert und beschleunigt werden. Der Anlauf mit Positronen stand unter einem ungünstigeren Stern. Es gab anfänglich große Schwierigkeiten, den Strahl um die Maschine zu transportieren. Diese waren im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass einer der neuen Quadrupolmagnete beim Einbau beschädigt wurde. Dies hatte den Kurzschluss einer Teilspule zur Folge. Das Auffinden dieses Defekts sowie seine Reparatur führten zu einer Verschiebung des Wiederanlaufs um etwa drei Wochen.

Anfang September standen dann beide Ringe für ausführliche Strahloptiktests zur Verfügung. Im Verlauf dieser Studien wurden mehrere kleinere Fehler der Magnetfelder aufgedeckt und beseitigt. Die Strahlenveloppen weichen nach diesen Korrekturen nur noch um etwa 10% von ihren Idealwerten ab. Damit sind die Voraussetzungen für einen Luminositätslauf von dieser Seite erfüllt. Größere Schwierigkeiten machte der Versuch, die absoluten Magnetpositionen im Bereich der Wechselwirkungszonen mit einer Genauigkeit von unter einem Millimeter durch so genanntes „Beam Based Alignment“ zu bestimmen. Es stellte sich heraus, dass die üblichen Prozeduren in ihrer Genauigkeit nicht ausreichten. Die Bemühungen konzentrierten sich dann auf die Bereitstellung von verbesserten Algorithmen und automatisierten Verfahren. Diese Verbesserungen nahmen den ganzen Rest des Jahres in Anspruch. Zuletzt betrug die Genauigkeit der Festlegung der Magnetpositionen nur etwa einige Millimeter, welches für einen guten Luminositätsbetrieb nicht ausreichend ist.

Die Beeinflussung der neuen, in den Detektoren H1 und ZEUS installierten supraleitenden Fokussier- und Ablenkmagnete durch die Detektorsolenoidfelder dagegen stellte kein großes Problem dar. Die Bewegung dieser Magnete durch die sich ändernden magnetischen Kräfte während der Magnetrampe erwiesen sich im Wesentlichen so wie erwartet, und ihre Kompensation stellte kein großes operationelles Problem dar. Etwas schwieriger war die Kompensation der durch das Schließen des ZEUS-Kalorimeters bedingten Änderung der Magnetfelder. Die Strahlorbitverschiebungen lassen sich jedoch mit Hilfe eines neuen Orbit-Rückkopplungssystems mit einer Bandbreite von 2 Hz kontrollieren. Die Kompensation der Kopplung der horizontalen und vertikalen Betatronschwingungen des Positronenstrahls, welche durch die Detektorsolenoidfelder verursacht wird, erfolgt

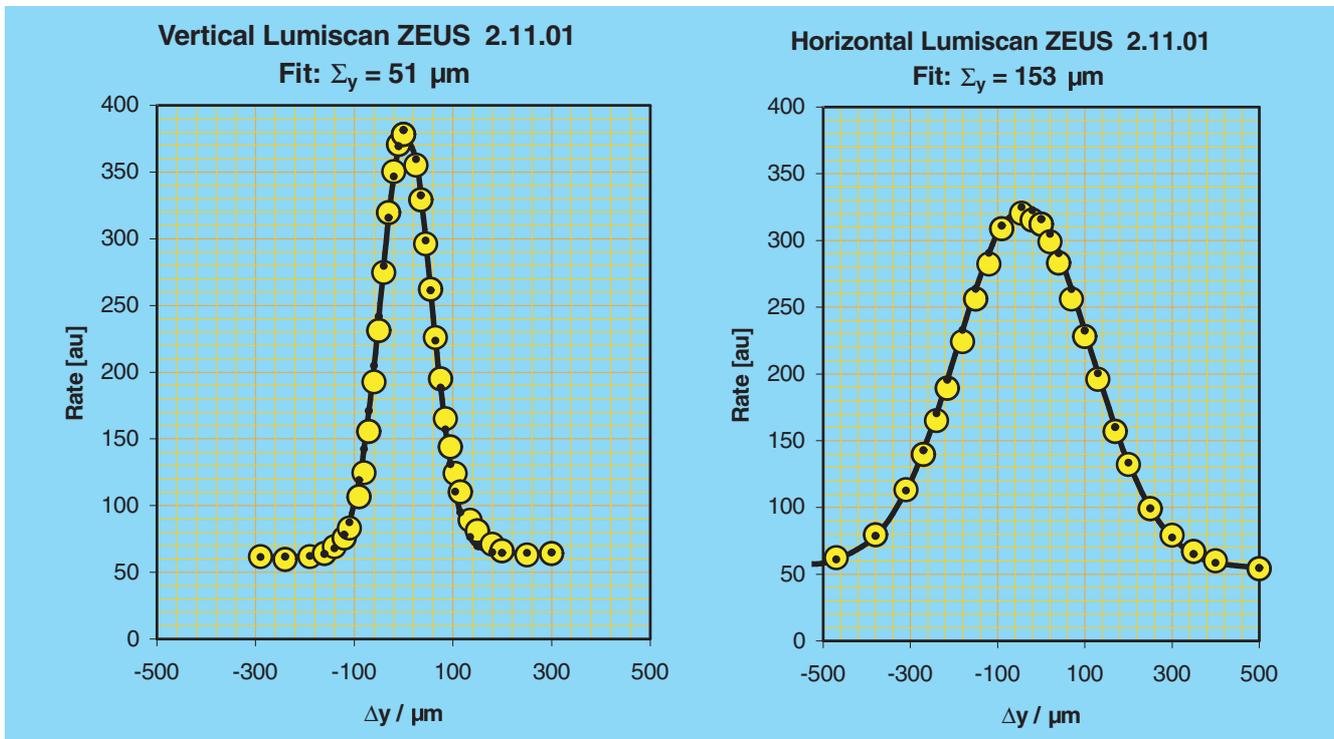


Abbildung 110: Luminitätssignal als Funktion der relativen vertikalen (links) und horizontalen (rechts) Strahlposition von Protonen und Positronen am Wechselwirkungspunkt ZEUS. Die Breite der Kurven entspricht der effektiven Strahlbreite. Die daraus berechnete Spezifische Luminosität beträgt $1.68 \times 10^{30} \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1} \text{ mA}^{-2}$, die etwa 87% des Entwurfswertes beträgt.

nun mit zwei gedrehten Quadrupol-Paaren auf beiden Seiten des Wechselwirkungspunktes. Die globale Kopplung, die in den Bögen des Beschleunigers generiert wird, wird nach wie vor durch kleine vertikale Orbitverschiebungen in den Sextupolmagneten kompensiert. Die Kopplung, welche durch Neigung der „low beta“ Quadrupole entsteht, wird lokal durch gedrehte Quadrupolwindungen auf den supraleitenden Magneten in der Wechselwirkungszone kompensiert. Dieses Konzept erwies sich in der Praxis als erfolgreich. Damit ließen sich Strahlparameter in der Nähe der Designwerte realisieren.

Ab Anfang Oktober wurden zum ersten Mal im Jahr 2001 beide Strahlen bei ihrer Maximalenergie zur Kollision gebracht. Nach einigen Verbesserungen von Kopplung und Optik des Positronenstrahls (wie oben beschrieben) ergab sich eine spezifische Luminosität von $1.68 \times 10^{30} \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1} \text{ mA}^{-2}$ (Abb. 110),

welche bereits recht nahe am Designwert von $1.92 \times 10^{30} \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1} \text{ mA}^{-2}$ liegt.

Als größtes Problem mit der neuen Wechselwirkungszone stellte sich bei der Inbetriebnahme der Synchrotronstrahlungsuntergrund der Experimente H1 und ZEUS dar. Durch sorgfältige Zentrierung des Positronenstrahl-Orbits konnte der Untergrund so weit reduziert werden, dass das Experiment H1 eingeschaltet werden konnte. Der Untergrund muss jedoch noch etwa um den Faktor 100 reduziert werden, um gute Bedingungen für die Experimente zu erzielen. Die Analyse, welche sich über die Monate November und Dezember erstreckte, ergab, dass die Situation mit zwei vertikalen und einem horizontalen Kollimator bei 62 m, 19 m und 6 m jeweils auf der linken Seite vor den Experimenten H1 und ZEUS verbessert werden kann. Mit der Auslegung und Fertigung dieser Kollimatoren wurde bereits begonnen.