



Abbildung 128: Einbau eines Beschleunigermoduls im TTF-Tunnel.

Aufbau von Beschleunigern und Experimenten

Von der Gruppe ZMEA wurden in enger Zusammenarbeit mit dem M- und F-Bereich Planung, Koordination und Terminverfolgung der Aufbau-, Umbau- und Wartungsarbeiten in den Beschleunigern und bei den HERA-Experimenten für die kurze Betriebsunterbrechung im Dezember 1999/Januar 2000 und der im September 2000 begonnenen neunmonatigen Montageperiode in Zusammenhang mit der HERA-Luminositätserhöhung durchgeführt. Neben den üblichen Wartungs- und Reparaturarbeiten in den Experimentierbereichen und dem Beschleunigerverbundsystem wurden im Berichtszeitraum die im Folgenden aufgelisteten Arbeiten ausgeführt. Für die Bewältigung der Transport-, Montage- und Vermessungsarbeiten in den Betriebsunterbrechungen der Beschleuniger wurde die Gruppe durch Zeitarbeitskräfte und Fremdfirmen unterstützt. Die Auslegung, Berechnung und Konstruktion neuer Magnettypen für das Linear-Collider Projekt TESLA und die Ausbaustufe der TESLA Test Facility TTF wurden im Rahmen des Kooperationsvertrages mit dem EFREMOV-Institut in St. Petersburg durchgeführt.

Beschleuniger

HERA

Die vorbereitenden Arbeiten für die Luminositätserhöhung von HERA und den Einbau von Spinrotatoren in die Wechselwirkungszonen HERA-NORD und SÜD wurden abgeschlossen. Die 3D-Dokumentation der Wechselwirkungszonen von H1 und ZEUS wurde weiter vervollständigt und verfeinert, um Überschneidung von Komponenten in diesen komplexen Bereichen auszuschließen und Montageverfahren auch im Detail simulieren zu können.

Für das Handling der neuen Strahlführungsmagnete mit Krananlagen und den Einbau in den HERA-Tunnel

wurden für jeden Magnettyp Traversen, angepasst an die HERA-TRAM Manipulatoren (Transport- und Montage-Fahrzeug), konstruiert und gebaut. Die vom EFREMOV-Institut gelieferten Quadrupol-Magnete der Typen GI, GJ, GM, GN, GA und GB und die von der Firma SCANDITRONIX gefertigten Dipol-Magnete Typ BQ (Abb. 129) wurden in der DESY-Halle 2, die mit dem Abbau des S-Band Linearbeschleunigers für die Zwischenlagerung von HERA-Komponenten teilweise freigeräumt wurde, für den Einbau in HERA vorbereitet. Die Dipol-Magnete Typen BO und BN (Abb. 130) wurden nach Lieferung der Jochkörper aus Russland und der Spulen aus Schweden von der Montagegruppe ZMEA4 zusammengebaut und am ZMEA-Magnetmessplatz magnetisch vermessen.

Die vier Magnetbrücken für die Wechselwirkungszonen NL, NR (H1) und SL, SR (ZEUS) wurden in Halle 2 mit Magneten, Vakuumkammern, Pumpen, Strom- und Wasseranschlüssen betriebsfertig vormontiert, eingemessen und getestet. Für das Anpassen der Protonenstrahl-Vakuumkammer im Bereich der GN-Magnete wurde in der Halle 2 eine Teststrecke aus drei GN-Magneten aufgebaut. Um den Einfluss der Streufelder im Bereich zwischen zwei GN-Magneten auf den durch das GN-Joch laufenden Elektronenstrahl zu ermitteln, wurden diese Magnete bei Nennstrom betrieben und eine Feldkarte für diesen Bereich mit Hallsonden-Messungen erstellt.

Die Fertigung der vier kurzen, vertikal ablenkenden Korrekturdipole Typ CZ für den Protonenstrahl nach DESY-Konstruktionsunterlagen wurde vorbereitet und in Auftrag gegeben. Die Spulenherstellung und die Endmontage erfolgen bei der Firma DANFYSIK in Dänemark, die Jochkörper wurden vom EFREMOV-Institut beigelegt. Für den Einbau der Protonenstrahl-Vakuumkammer muss der H-Magnet in dem engen Bau-raum neben dem in unmittelbarer Nähe verlaufenden Elektronenstrahl vertikal getrennt werden. Dazu wurde



Abbildung 129: Dipolmagnet Typ BQ.

von der Gruppe MPL in Zusammenarbeit mit ZMEA eine Trennvorrichtung konzipiert, die in den Magnetunterbau integriert ist, so dass ein Öffnen und Schließen des H-Magneten vor Ort ohne zusätzliche Montage- und Vermessungshilfe möglich ist.

Nach Beginn der HERA-Betriebsunterbrechung am 4. September wurden die Maschinenbereiche NR, NL, SR und SL von etwa 10 m bis 70 m (Änderung der Strahlführung für die Luminositätserhöhung) und von 112 m bis 204 m (Einbau der Spinrotatoren) komplett ausgeräumt. Dazu mussten die beiden Experimente HERA-B in der HERA-Halle WEST und HERMES in der HERA-Halle OST in die jeweilige Parkposition verfahren werden, um die Fahrbahnen für die Tunnelfahrzeuge installieren zu können. Nur durch diese beiden Hallen ist der Transport von größeren Maschinenkomponenten wie Magneten, Magnetstützen, Vakuumkammern usw. in den HERA-Tunnel möglich, der Zugang durch die Hallen NORD und SÜD ist durch Detektorkomponenten für größere Objekte versperrt.

Aus der Strahlführung des HERA-Protonenstrahls wurden die zukünftig nicht mehr benötigten vier Dipolmagnete Typ BT ausgebaut. Um die Kosten für neue Magnete zu minimieren, werden diese Magnete durch Kürzen der Jochkörper und den Einbau neuer Spulen so abgeändert, dass sie in der für die Luminositätserhöhung geänderten Strahlführung verwendet werden können. Drei BT-Magnete wurden direkt nach dem



Abbildung 130: Dipolmagnet Typ BN.

Ausbau aus HERA im Oktober nach St. Petersburg zum EFREMOV-Institut transportiert. Die Jochkörper wurden so geteilt, dass aus einem BT-Joch zwei Jochkörper des neu benötigten Magnettyps BP hergestellt werden können, wobei jeweils pro Magnet nur eine Jochendplatte neu gefertigt werden muss. Der erste BP-Magnet war bereits Anfang November fertig gestellt (Abb. 131), wobei die vorab beim EFREMOV-Institut gefertigten Spulen und das leicht modifizierte Strom- und Wasseranschlusssystem eines BT-Magneten verwendet wurden.



Abbildung 131: Dipolmagnet Typ BP (hergestellt aus altem Typ BT).



Abbildung 132: Montierter Halbquadrupol NL.



Abbildung 134: Aufbau der Magnetbrücken.



Abbildung 133: Einbau der Quadrupolmagnete Typ GN.

Aus den Bereichen OR, OL, WR und WL wurden weitere 20 Quadrupol-Magnete Typ QR ausgebaut. Alle QR-Magnete werden mit neuen Spulen ausgerüstet, da vermehrt ausgewaschene Lötstellen in den Originalspulen zu Wasseransammlung zwischen Spulenleiter und Spulenisolation und damit zu sporadisch auftretenden Windungsschlüssen geführt hatten, die nur schwer zu lokalisieren waren. Die Spulenfertigung für 132 Ersatzspulen wurde bei der Firma SIGMAPHI in Frankreich in Auftrag gegeben und von ZMEA technisch betreut. Diese Spulen werden ohne Lötstelle im Spulenkörper gewickelt, so dass der oben beschriebene Fehler zukünftig ausgeschlossen werden kann.

Bis zum Ende des Berichtszeitraums wurden in HERA-NL und NR in den Bereichen zwischen 10 m und 70 m alle Magnetsockel gesetzt und die Strahlposition für die Magnetmontage angerissen. Mit der Magnetmontage in den Tunnelbereichen NL (Abb. 132) und NR wurde begonnen. Abbildung 133 zeigt den Einbau des dritten GN-Magneten in HERA-NR. Die vier Magnetbrücken (Abb. 134) in den beiden Wechselwirkungs-zonen von H1 und ZEUS sind eingebaut. Ein Großteil der QR-Spulen wurde geliefert und nach Isolations-tests in der ZMEA4-Montagewerkstatt in die QR-Jochkörper eingebaut. Die QR-Magnete aus HERA-OST und HERA-WEST sind bereits mit neuen Spulen im Tunnel reinstalled.

DESY II/III

In DESY III wurde ein Protonen-Cavity gewechselt. Im E-Weg wurde ein Beamstopper montiert.

DORIS

In Doris wurde das Vakuumkammersystem der DORIS-Strahlführung erneuert. Für diese Arbeit mussten von der Montagegruppe ZMEA4 diverse Quadrupol- und Sextupol-Magnete geöffnet, geteilt und nach Einlegen der neuen Vakuumkammern geschlossen und betriebsfertig montiert werden.

PETRA

Für die Führung des TTF-Strahlrohrs aus dem TTF-Tunnel durch den PETRA-Tunnel in die EXPO-Halle wurde im Bereich des Durchbruchs das PETRA-Stromschienensystem umgelegt. Um Platz für die Pressmaschine für den Strahlrohrdurchbruch durch die Betonwände des PETRA-Tunnels zu schaffen, wurden zwei Dipolmagnete kurzfristig entfernt und nach Ende der Baumaßnahmen reinstalled. Für Arbeiten am PETRA-Vakuumsystem und an verschiedenen Kickern mussten diverse Magnete geteilt, teilweise entfernt und nach Beendigung der Arbeiten betriebsfertig montiert werden.

TTF/FEL

Zu Beginn des Jahres wurden in der TESLA Test Facility die FEL-Dumps modifiziert. In der TTF-Strahlführung wurden zwei weitere Quadrupolmagnete eingebaut. Konstruktion und Fertigung der Magnetuntergestelle wurden von ZMEA durchgeführt. Im TTF/FEL-Tunnel wurden in Vorbereitung für die EXPO die Monorail eingebaut, Untergerüste und Montagehilfsgestelle für das EXPO-Modul und die Undulator-Magnetstruktur aufgebaut und Modul und Undulator installiert (Abb. 128).

In der TTF-Betriebsunterbrechung im Mai/Juni wurden diverse Umbauten, Änderungen und Einbauten neuer Komponenten vorgenommen. In Vorbereitung für die TTF-Phase 2 wurde der Umbau der Abschirmung im Anbau und die Anbindung an den TTF/FEL-Tunnel geplant. Zur Aufnahme der Dumps wurde mit der Konstruktion speziell geformter Betonblöcke begonnen.

Für die Phase 2 wurde die Detail-Planung gestartet und ein erster Zeitplan erstellt. Mit der Auslegung und Detailkonstruktion der verschiedenen für die Strahlführungssysteme benötigten Magnete und der Abschätzung des für die Magnetbeschaffung benötigten Kosten- und Zeitrahmens wurde in Zusammenarbeit mit dem EFREMOV-Institut begonnen.

TESLA

Als Beitrag zum TESLA Design Report (TDR) wurde in enger Zusammenarbeit mit der Gruppe MPY und Wissenschaftlern des EFREMOV-Instituts für das TESLA

„Beam-Delivery-System“, die „Main-Extraction Line“ und die „Fast-Emergency-Extraction-Line“ in einem iterativen Prozess die Magnetstruktur in Abhängigkeit von der Strahloptik optimiert. Für die Magnete wurden Konstruktionen gewählt, die die Zahl der verschiedenen Typklassen und Einzelkonstruktionen auf ein Minimum reduziert, um den Fertigungsaufwand, die Fertigungskosten und den Fertigungszeitrahmen so klein wie möglich zu halten. Für die Herstellung der daraus resultierenden etwa 700 Magnete wurde eine Kostenabschätzung durchgeführt.

Für die Montagearbeiten im TESLA-Tunnel wurden Zeitpläne erstellt und in Abhängigkeit davon die notwendige Personalstärke und Personalstruktur ermittelt. Basierend auf dem für die Tunnelmontage vorgesehenen Zeitrahmen wurden in Zusammenarbeit mit der Industrie die Kosten für das für die Transportarbeiten im Tunnel benötigte Monorail-System abgeschätzt.

Experimente

H1/ZEUS

In HERA-NORD und HERA-SÜD mussten zu Beginn der Betriebsunterbrechung im September ein Großteil der Betonabschirmung aus den Wechselwirkungszonen entfernt werden, um den Zugang zu den zentralen Detektorkomponenten für die komplexen Umbauarbeiten an den Experimenten und der Strahlführung im Hallenbereich zu ermöglichen. Für ZEUS werden die Betonsteine auf dem Parkplatz der Trabrennbahn zwischengelagert, um den aufwendigen Transport von über 2000 t Beton zum DESY-Steinlagerplatz zu vermeiden. Bei ZEUS wurde die Vetowand umgebaut und an die neue Magnetbrücken-Konfiguration angepasst. Für ZEUS FDET wurde eine neue Montagevorrichtung konstruiert und gebaut.

Für den Ausbau der Innendetektorsysteme aus dem Flüssig-Argon-Kryostaten wurde der zentrale Teil des H1-Experiments in die Parkposition verschoben.

HERMES

Im gesamten Berichtszeitraum wurde durch ZMEA Hilfestellung bei technischen und organisatorischen

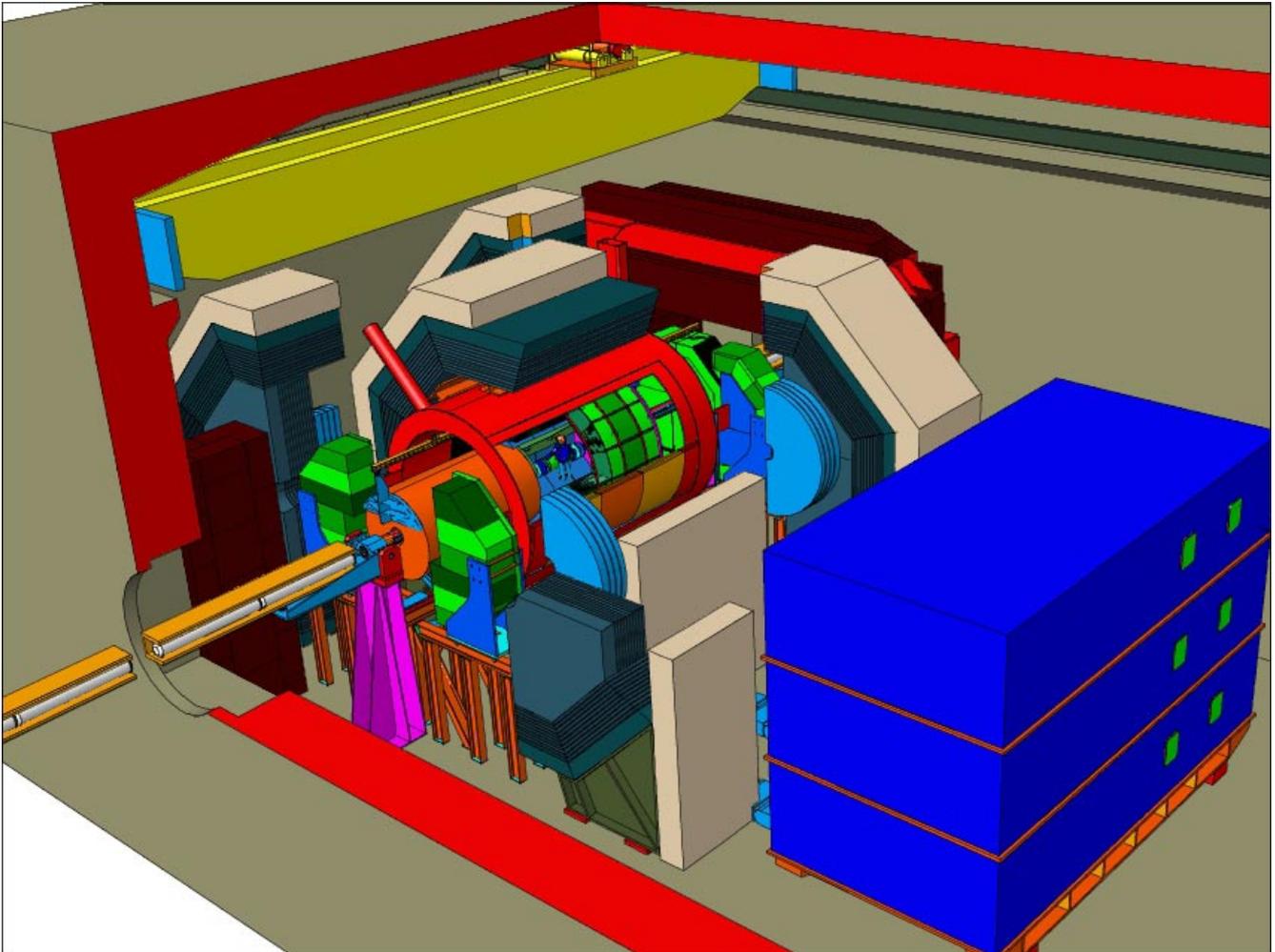


Abbildung 135: Ansicht des TESLA-Detektors in geöffnetem Zustand (3D-Modell).

Aufgaben im Experimente- und Polarimeterbereich geleistet. Für den neu zu bauenden transversalen Target-Magneten wurden vergleichende Feldrechnungen durchgeführt und Fertigungszeichnungen für das Magnetjoch erstellt. Die Magnetfertigung in der zentralen DESY-Werkstatt wurde vorbereitet.

HERA-B

In den kurzen Betriebsunterbrechungen zu Anfang des Jahres wurde der HERA-B Detektor durch den Einbau weiterer Myon-, MC-, PC- und TC-Kammern komplettiert.

Um für die Umbauarbeiten im HERA-Tunnel während der Betriebsunterbrechung ab September die Zufahrt zum HERA-Tunnel für die HERA-TRAM und die TRAM-Ladezone in der Halle herzustellen, musste ein Großteil der Abschirmung aus der HERA-Halle WEST entfernt werden und das Experiment soweit wie möglich gegen die rückwärtige Hallenwand verschoben werden.

TESLA

Das 3D-Modell des TESLA-Detektors wurde fortlaufend an den Stand der ECFA/DESY-Planung angepasst.

Seit der Veröffentlichung des „Conceptual Design Reports“ hat es erhebliche Änderungen am Detailkonzept des Detektors gegeben. Die jetzige Version des Detektors ist so ausgelegt, das ein Zugang zum Vertexbereich in Strahlposition möglich ist, ohne daß das Maschinenvakuum in der Wechselwirkungszone gebrochen werden muss. Zusammen mit ZM1 und FLC wurden von ZMEA die prinzipiellen Montageabläufe für das Öffnen des Detektors in der Wechselwirkungszone festgelegt und die dazu notwendigen Montagehilfen bezüglich Funktion und Platzbedarf entworfen. Abbildung 135 zeigt den geöffneten Detektor in 3D-Darstellung.

Während des Designs der hadronischen und elektromagnetischen Kalorimeter durch Physiker von DESY und SACLAY wurde der Konstruktionsprozess von ZMEA im Detail und im Rahmen des Gesamtdetektormodells in 3D begleitend dokumentiert und auf Verträglichkeit mit dem Gesamtdetektor-Konzept überprüft.

Vermessung

Beschleuniger

Die Arbeiten der Vermessungsabteilung im Jahr 2000 wurden zum großen Teil durch den Umbau zur Luminositätssteigerung von HERA bestimmt. Sämtliche neu hergestellten Magnete der in der Luminositätssteigerung umzubauenden Wechselwirkungszone wurden mit festen Referenzmarken ausgerüstet. Die geometrischen Magnetachsen wurden für jeden einzelnen Magneten bestimmt und auf diese festen Messmarken bezogen. Jeder einzelne Magnet erhält so individuelle Koordinaten zur Positionierung im Beschleuniger. Anschließend wurden die Magnete im Magnetmessstand aufgebaut und justiert, um die Abweichungen zwischen magnetischer und geometrischer Achse feststellen zu können. Eine solche Abweichung lässt sich als Korrektur an die Koordinaten anbringen.

Mit Beginn der Shutdown-Arbeiten wurden zunächst anhand der vorhandenen Maschine die Koordinaten aller Vermessungssäulen neu bestimmt, um später von diesen Referenzpunkten aus die neuen Magnete der Luminositätssteigerung aufstellen und justieren zu können.

Nach Abbau der alten Magnete sowie Entfernung der Sockel wurden die Positionen aller neu zu errichtenden

Sockel auf der Tunnelsohle markiert. Nach Aufbau der Säulen wurde die Sockelhöhe kontrolliert und auf den Sockeln ein Strahlanriss angebracht, um die Magnetgestelle auf den Sockeln positionieren zu können.

Bei PETRA wurde der Oktant Nr. 6 komplett aufgemessen und neu justiert. Dort war teils wegen des Strahlrohrdurchbruchs für TTF, teils wegen der Bauarbeiten und Aufschüttungen für die EXPO-Halle eine Neujustierung erforderlich geworden. Im Bereich des neu errichteten EXPO-Tunnels und der Halle hatten sich die strahlführenden Komponenten von PETRA aufgrund der neu eingebrachten Lasten über einen Bereich von etwa 80 m Länge um bis zu 8 mm abgesenkt.

Bei DORIS wurde der Umfang der Maschine um 8 mm geändert. Dazu wurden ausgewählte Magnete um definierte Beträge zur Ringaußenseite verschoben. Die komplette Maschine wurde vor der Verschiebung aufgemessen, anschließend wurde die Verschiebung durchgeführt. Nach Abschluss der Umbauarbeiten wurden erneut alle Magnete aufgemessen, die restlichen Abweichungen von der Idealposition errechnet und die Feinjustierungen vorgenommen. Sämtliche Sextupole wurden mit neuen Gestellen ausgerüstet. Auch diese Sextupole wurden neu justiert.

Im LINACII wurden die Abschnitte 9 bis 12 aufgemessen und zum Teil neu justiert.

Bei TTF/FEL wurde die Cavity-Struktur für das jetzige Modul 3 justiert, die Struktur im Tank montiert und zu den Referenzmarken ausgerichtet. Das komplette Modul wurde anschließend installiert und im Strahlweg justiert. Der gesamte Beschleuniger wurde aufgemessen, um die Justierung zu überprüfen. Sämtliche Komponenten im Injektionsbereich sowie weitere ausgewählte Komponenten wurden nach diesem Aufmaß neu justiert. Für Komponenten neuer Experimente, wie BTM und Wakefield, wurden die Bezugsmessungen durchgeführt und zum Teil die Positionierung im Beschleuniger vorgenommen; das RAFEL-Experiment wurde nach Vorgaben im Beschleuniger positioniert.

Baumaßnahmen

Im Zuge der Baumaßnahmen für die EXPO waren zahlreiche baubegleitende Vermessungen notwendig. So wurden die oberirdische Absteckung des TTF-Tunnels

und der Spundwand am PETRA-Tunnel zwecks Verfüllung vorgenommen, die gesamte Topographie um die EXPO-Halle und den TTF-Tunnel aufgenommen sowie die Gebäudeachsen für die Pflasterung des Vorplatzes der EXPO-Halle abgesteckt. Für den Durchbruch des TTF-Strahlrohres durch den PETRA-Tunnel wurden die Anrisse erstellt und die Pressmaschine für die Rohrverpressung ausgerichtet

DESY Zeuthen

Auf dem Betriebsgelände des DESY Zeuthen wurde ein Bauwerk für den Photoinjektor-Teststand errichtet. In dieser Halle wurde ein Referenzsystem von insgesamt neun Bolzen aufgestellt und durch eine Referenzmessung mit Koordinaten versehen. Die neu erstellten Bolzen dienen nun als Bezugspunkte für den Aufbau sämtlicher Strahlkomponenten und als Referenz bei Aufmessung und Justierung der Maschine.

Gaseservice

In Berichtsjahr konzentrierten sich die Projekte mehr auf den internen Bereich von ZMEA6: Bedingt durch die erhöhte Abnahme von Stickstoffgas bei den Beschleunigeranlagen DESY, DORIS und PETRA war der bei Gebäude 13 vorhandene Stickstoffverdampfer nicht mehr ausreichend. Hinter dem so genannten Ballonhaus (Gebäude 13b) wurde auf einem von ZBAU beauftragten Fundament ein neuer Wechselverdampfer aufgestellt und in Betrieb genommen. Der alte Verdampfer aus dem Jahre 1970 ist verschrottet worden.

Um den Gasmischstandard weiter zu verbessern, wurde eine halbautomatische Flaschenvorbehandlungsanlage projektiert und realisiert. Die leeren Mischgasflaschen werden in einem Wärmeschrank bei 70 °C ausgeheizt und gleichzeitig evakuiert, um so Restgase besser zu eliminieren. Ein Computer (SPS) steuert dabei die Ventile,

um vorhandenen Gasüberdruck aus den zu behandelnden Flaschen kontrolliert abzulassen, aktiviert die Vakuumpumpe bei einem definierten Gasdruck und überwacht das Temperaturprogramm des Wärmeschranks. Über Nacht können so bis zu sechs Flaschen zur Wiederbefüllung vorbereitet werden.

Sicherheitseinrichtungen

Die von ZMEA3 betreute Sicherheitsanlage in der HERA-B Experimentierzone wurde mit einer unterbrechungsfreien Stromversorgung ausgerüstet. Die Ansteuerung der Magnetstromversorgung und des Kompensationsspulensystems über ein technisches Interlock für den HERA-B Spektrometermagneten wurde umgebaut, um die Betriebssicherheit zu optimieren. An der Sicherheitsanlage von HERMES wurden kleinere Erweiterungsarbeiten durchgeführt. In allen HERA-Experimentierbereichen werden neben den laufenden Wartungsarbeiten an den Sicherheitsanlagen die umfangreichen Prüfprozeduren vorbereitet, die am Ende der Betriebsunterbrechung 2001 nach dem Umbau der Experimente H1 und ZEUS und dem Verfahren der Experimente HERMES und HERA-B in die Wechselwirkungszonen durchgeführt werden müssen.

Beim Personeninterlock HASYLAB wurde ein digitales Sprachansage-System in Betrieb genommen. Die neuen Beamshutter-Warntexte sind jetzt fächergebunden nur in den Strahlgebieten zu hören, durch die der entsprechende Strahl geführt wird. Der Warntext ist jetzt zweisprachig in Deutsch und Englisch zu hören, dieses ist durch die längere Aufzeichnungsdauer der digitalen Sprachspeicher möglich geworden. Bisher wurden drei Bereiche von HASYLAB umgerüstet, die Umrüstung von drei weiteren Bereichen ist für das Jahr 2001 vorgesehen. Die Fahrkassetten der Beamshutter und Absorber wurden zusätzlich mit Schlüsselschaltern ausgerüstet, um Fehlbedienungen durch mögliche Manipulation am Interlocksystem auszuschließen.