

Abbildung 83: Datennahme- und Verarbeitungselektronik des Si-Driftdetektorsystems. (Links VME-Crate, rechts Front End Crate).

Elektronik-Entwicklung

Zur Abteilung „Elektronik-Entwicklung“ (FE) gehören die Gruppen für digitale Datenverarbeitung (FEA), analoge Signalverarbeitung (FEB), Opto- und Mikroelektronik (FEC), spezielle Softwareentwicklungen (FEE) sowie die Service-Gruppe (FEPOS).

Projekte

ZEUS Luminositäts-Monitor

Das ZEUS-Experiment misst die Luminosität der e-p-Kollisionen mit der Abstrahlung eines Photons unter sehr kleinem Winkel. Dieses Photon wird mit einem Kalorimeter nachgewiesen, das mit Photovervielfachern ausgelesen wird. Das Integral des Pulses ist proportional zur Energie des Photons. Da sich alle 96 ns die Elektronen- und Protonenpakete kreuzen, muss innerhalb dieser Zeit ein möglichst langes Intervall integriert und mit 12 Bit Auflösung digitalisiert werden. Anschließend muss in möglichst kurzer Zeit wieder der Anfangszustand erreicht werden, da hiervon die Messgenauigkeit entscheidend bestimmt wird.

Abbildung 84 zeigt eine zugehörige Messung: Das Integral des 13 ns langen Eingangspulses, ein 60 ns Plateau über den Rest des 73 ns langen Integrationsintervalls und einen steilen Abfall (< 20 ns) auf einen kleinen Restwert. Die durchlaufend flache Kurve wurde bei offenem Eingang gemessen, während auf dem unteren Kanal das digitale Steuersignal des Zeitfensters der Entladung dargestellt ist. Das Nullniveau (Pedestal) wird bei etwa 10% des vollen Bereichs eingestellt (innerhalb bauteilbedingter Streuungen). Die Linearität wurde zu besser als 1% gemessen, wobei dieser Wert durch die Ungenauigkeit des verwendeten Eingangssignals dominiert wird.

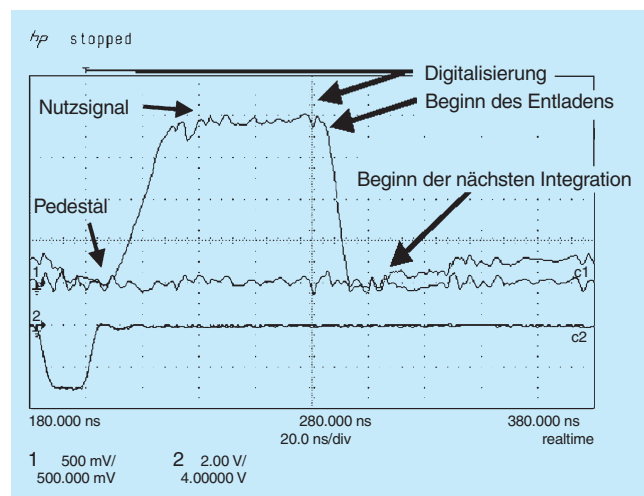


Abbildung 84: Oszillogramm des Integratorausgangs.

Die Entwicklung und Serienproduktion dieser Integrator-Module wurde von der Gruppe FEB abgeschlossen und 196 Platinen an das ZEUS-Experiment ausgeliefert. Der Serientest ergab, dass alle Module die Spezifikationen einhalten. Hierbei wurde als wichtiges Qualitätsmerkmal der Module die Rückkehrabweichung gemessen. Dazu wird das Verhältnis aus dem Restsignal zu Beginn der neuen Integration und dem Nutzsignal, jeweils abzüglich des Pedestals, bestimmt.

Abbildung 85 zeigt diese Häufigkeitsverteilung für alle 196 Module. Der gemessene Mittelwert von 1.2% ist wiederum durch das Eingangssignal dominiert.

Die Ausgangssignale dieser Integrator-Baugruppen werden von Modulen weiterverarbeitet, die von der Gruppe FEA entwickelt wurden. Es handelte sich hierbei um Memory-Module (VME-Karten), Pipelines und Speicher (Mezzanine-Module), Backplane (zwischen Memory- und Trigger-Boards) sowie Testadapter für die Mezzanine-Kommunikations-Module. Die Vorserienmodule wurden intensiven Systemtests unterzogen,

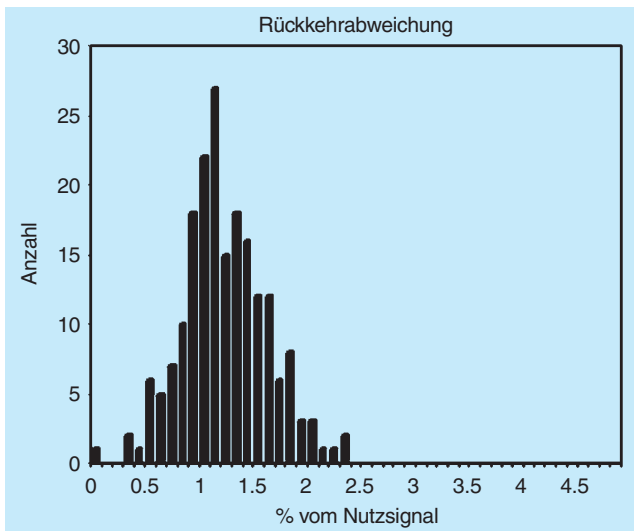


Abbildung 85: Häufigkeitsverteilung der Rückkehrabweichung der Integrator-Module.

um vor allem das Zusammenspiel mit der restlichen, von der ZEUS-Kollaboration entwickelten Elektronik zu optimieren. In die endgültige Serienproduktion floss noch eine Reihe von Weiterentwicklungen ein. Die Serientests an der verbesserten Version verliefen erfolgreich, so dass die gesamte Serie gegen Ende des Jahres bei ZEUS in Betrieb genommen werden konnte.

H1 Timing Modul

Für das H1-Experiment entwickelte die Gruppe FEA ein universelles schnelles Timing-Modul, mit dem Ein- und Ausgangssignale auf unterschiedlichste Art verknüpft werden können. Im Wesentlichen besteht das Modul aus einem 8×8 Kreuzschienenverteiler, auf dessen acht Ausgänge sich unter Programmkontrolle verschiedene Datenquellen schalten lassen, deren Pulse dann jeweils noch in Schritten von 0,5 ns bis zu etwa $1 \mu\text{s}$ verzögert werden können. Bei den Datenquellen handelt es sich um

- einen von acht Frontplatteneingängen, der auch um eine programmierbare Anzahl von HERA-Pulsen verzögert werden kann,
- die Rückkopplung eines beliebigen Ausgangs,
- einen programmierbaren Puls (VME),

- einen programmierbaren Oszillator,
- den Ausgang eines programmierbaren Rauschgenerators.

Der Prototyp dieses Moduls wurde gefertigt und befindet sich zurzeit bei H1 im Test.

Transientenrekorder

Um bei HERA oder TTF die Ursache für Fehlerzustände eindeutig erkennen zu können, wurde in den vergangenen Jahren von den Gruppen FEB und FEA ein Transientenrekorder-System zur Erfassung schneller analoger und digitaler Signale entwickelt. Das System erfasst Messwerte synchron an weit verstreuten Messorten im Bereich des gesamten Beschleunigers und legt die Messungen in einem Archiv ab.

Die Signale werden direkt vor Ort von Tastköpfen mit einer Auflösung von 12 Bit und einer einstellbaren Taktrate von maximal 100 kHz konvertiert. Die Datenerfassung und die Datenablage in einen 8 k tiefen Speicher sind in ihrem Potential entkoppelt. Die Daten werden während der Einlese auf Besonderheiten analysiert, und damit wird gegebenenfalls eine Übertragung aller Messungen in das Archiv ausgelöst. Die Analysemöglichkeiten wurden im letzten Jahr auf Anforderung der Gruppe MKK und im Hinblick auf zukünftige Erweiterungen für die Überwachung der Klystrons deutlich ausgeweitet und verbessert.

E-Alarmsystem für HERA

Die Temperaturüberwachung für HERA-e wurde auf Wunsch der Gruppe MPY zu einem Alarmsystem für HERA-e ausgebaut. Nach der Luminositätserhöhung müssen nicht nur die Temperaturen einiger Teile des HERA-Beschleunigers ständig überwacht werden, um bei Übertemperatur den Elektronenstrahl abzuschalten und so die Experimentieranlagen zu schützen, sondern auch diverse Messsignale der Experimente.

Das für die Gruppe MPY entwickelte Elektroniksystem, bei dem die Strahlenresistenz, der Messbereich bis 500°C , die Wartbarkeit, die sichere Da-

tenübertragung über lange Strecken, die einfache Montage und die Ausfallsicherheit von großer Bedeutung sind, wurde zu einem Alarmsystem ausgebaut. Etwa 160 Temperaturen in der Nähe der Wechselwirkungspunkte und weitere 5 bis 9 Signale in den Hallenkontrollräumen werden dezentral von fünf Server-Rechnern erfasst. Überschreitet ein Signal die einstellbare Schwelle, so wird dieser Alarmzustand gespeichert, bis der Zustand vom Kontrollsystem zurückgesetzt wird. Tritt bei mehreren Kanälen der Alarmzustand auf, so wird die Reihenfolge der Alarme festgehalten.

Die Alarmweitschaltung erfolgt mit Relaisketten, unter Ausnutzung von vorher unbenutzten Kabeln von HERA-p. In der Halle West wird aus diesen Alarmen ein Sammelalarm gebildet. Dieser wird wiederum mit eventuellen schnelleren Alarmsignalen von den Experimenten und dem Kontrollraum zusammenschaltet und direkt zum Elektronenstrahl-Dump weitergeleitet.

Die Daten werden über die erwähnten Computer von einem Client-Rechner von der Gruppe MST ausgelesen. Dabei kann auf den aktuellen Alarmzustand, die aktuellen Temperaturen oder auf archivierte Daten zugegriffen werden.

Das System ist im Einsatz. Eventuell soll ein spezieller Kartentyp durch eine ausfallsicherere Variante ersetzt werden. Prototypen sind bereits getestet.

Si-Driftdetektorsystem

Die Gruppe FEC hat im Berichtsjahr die Datennahme- und Datenverarbeitungselektronik für den Betrieb des Si-Driftdetektorsystems fertig gestellt. Detaillierte Beschreibungen zu den entwickelten System-Baugruppen lieferten die Berichte der vorangegangenen Jahre. Abbildung 83 zeigt die Anordnung des Steuerrechners (VME Controller), des Empfängers des optischen Links (Rx) und des Multikanalanalysators (MCA) innerhalb des VME-Überrahmens (VME Crate) sowie der A/D-Wandler-Baugruppe (ADC), des Senders des optischen Links (Tx) und eines Transceivers des optischen Steuersystems (Ry) innerhalb des detektornah platzierten Tischgerätes (Front-End Crate).

Der zweite Transceiver des optischen Steuersystems in Form einer PCI-Aufsteckkarte befindet sich auf dem VME Controller. Beide Rahmeneinheiten können über Monomodefasern einer Länge von bis zu 15 km miteinander kommunizieren. Das Tischgerät enthält unter anderem die Spannungs-Versorgungen für sämtliche Baugruppen (Crate Power und Crate Power Control) sowie die Eingänge für alle notwendigen Detektorspannungen (Detector Power Input). Die rechnergestützte Systemsteuerung, Messwertauslese-, -verarbeitung und -visualisierung erfolgt mit Hilfe eines WindowsNT-PC und der graphikorientierten Programmiersprache AgilentVee 5.0. Der VME Controller arbeitet unter dem Betriebssystem Linux. Alle nötigen Kommandos zum Betrieb des Systems werden von ANSI-C Programmen ausgeführt, die auf einer Festplatte im VME-Überrahmen gespeichert sind (HD).

Die für 2001 angekündigten Systemtests und Weiterentwicklungen der Software wurden abgeschlossen. Im Rahmen mehrerer ausgedehnter Systemtests (Messzyklen von mehr als 17 Stunden) wurde der Dynamikbereich der A/D-Wandler-Kanäle von ± 1.5 V in mV-Schritten durchfahren. Etwa 10 Millionen Abtastwerte pro Inkrement dienen der spektralen Auswertung mit dem Multikanalanalysator. Die Standardabweichung der gemessenen Linien übersteigt für keinen der Kanäle den Wert von 0.7 LSB (nominelle 12 Bit Auflösung). Die integrale Nichtlinearität bleibt unterhalb von ± 0.4 LSB.

Darüber hinaus wurde das Gesamtsystem zur Charakterisierung eines 6-kanaligen Prototyps der integrierten Ausleseelektronik eingesetzt. Der ASIC dient der Verstärkung und Filterung der analogen Detektorsignale sowie der Erzeugung eines seriellen Impulsstroms zur anschließenden A/D-Wandlung. Mit Hilfe einer ^{55}Fe -Quelle und eines 7-zelligen Si-Driftdetektors wurden bei Raumtemperatur und 20 000 Einträgen pro Sekunde Linienbreiten von 260 eV (FWHM) erzielt. Messungen mit Hilfe eines Signalgenerators führten auf eine eingangsäquivalente Rauschladung von nur 19 Elektronen RMS bei einer Ereignisrate von etwa 7 kHz.

Eine weitergehende Charakterisierung hinsichtlich des Ablage-, Verstärkungs-, Linearitäts- und Übersprechverhaltens sowie die Fertigstellung 30-kanaliger Schaltkreise für die Detektormodul-Integration und erste Demonstrationen des 61-kanaligen Detektormoduls sind für das kommende Jahr geplant.

Verschiedene Entwicklungen

Mit der Gruppe FDET wird an der Automatisierung der longitudinalen Emittanz-Messung bei TTF gearbeitet. Die Gruppe FEB war am Aufbau einer Regelung zur Synchronisation eines Laserpulses zu Diagnostikzwecken beteiligt. Ziel ist es, den Zeitpunkt des Laserpulses relativ zum 1.3 GHz Beschleunigungsfeld auf etwa 1 ps zu synchronisieren. In Zusammenarbeit mit FDET wurden Messungen zur Systemcharakterisierung durchgeführt und mehrere Vorschläge zur Realisierung erarbeitet, die sich zurzeit in der Prototypfertigung befinden.

Ein System zur Messung der Strahlverluste mit automatischer Schnellabschaltung des Strahls und integriertem „Post Mortem“ Speicher für TTF2 befindet sich zurzeit in der Definitionsphase. Hier arbeitet FEB mit der Gruppe MDI zusammen.

Die Gruppe FEA hat die Entwicklung eines Clock-Generators für die Messung von Multibunch-Schwingungen für die Gruppe MPY weitergeführt. Im Rahmen dieser Entwicklung wurden zusätzlich viele Untersuchungen zum Test der neu erworbenen Software-Pakete und zum Erstellen der benötigten Infrastruktur durchgeführt. Eine verbesserte Version des Moduls wird derzeit getestet.

Die Gruppe FEC hat die Entwicklung der Auslese-elektronik für die rückwärtige Proportionalkammer des H1-Experimentes abgeschlossen und die Komponenten ausgeliefert.

Die Software für die Strahlenschutzüberwachungsanlage am Photo-Injektor PITZ in Zeuthen wurde erweitert und ermöglicht nun mehreren Clients den gleichzeitigen Zugang zu den aktuellen Detektor-Daten.

Service-Tätigkeiten

Die Service-Gruppe FEPOS hat im Jahr 2001 insgesamt 750 elektronische Geräte für verschiedene Gruppen bei DESY repariert. Davon sind etwa zwei Drittel

EDV-Komponenten und Peripheriegeräte. Weitere Aufgaben dieser Gruppe sind der Geräteverleih im Rahmen des Elektronik-Pools sowie die Verwaltung der Altgeräte und die damit verbundene Organisation einer sinnvollen Verwertung von alter Elektronik. Die technische Betreuung der Hörsäle und Seminarräume gehört ebenfalls zu den Tätigkeiten. In Zusammenarbeit mit der Gruppe FEA sind dort notwendige Erweiterungen und Modernisierungen in der Audio- und Videotechnik erfolgt. Zwei Mitarbeiter arbeiten eng mit der IT-Abteilung im Z-Bereich zusammen. Schwerpunkte hierbei sind die Unterstützung der Administratoren in der Verwaltung und umfangreiche Hardware-Tests im Auftrag des Komitees für Standardisierung der PC-Hardware und Peripherie sowie des Rechnerkomitees.

FEPOS betreut einen Auszubildenden und mehrere Praktikanten, FEA unterrichtet einen Umschüler in der Software-Entwicklung für Anwendungen.

Im Berichtsjahr wurden wiederum zwei Mitarbeiter von FEA abgestellt für Tätigkeiten bei H1. Ein anderer Mitarbeiter war wieder vollständig für ZEUS tätig. Er führte im Rahmen der Projekte Micro-Vertex-Detektor und Micro-Computer Executive (MCX) eine ganze Reihe von Hardware-Verbesserungen durch und übernahm die Betreuung der Komponenten.

Zusätzlich wurde noch ein Interface für die Datenübertragung im Rahmen einer Detektorentwicklung zur Messung hochenergetischer Neutronen entwickelt.

Die Gruppe FEA betreibt das Elektronik-Entwicklungssystem von der Firma Mentor Graphics und betreut die Anwender bei FE und auch bei anderen DESY-Gruppen. Im Berichtsjahr wurden außerdem umfangreiche Untersuchungen zum Test neu erworbener Software-Module und zur Einrichtung der benötigten Infrastruktur durchgeführt.

Neben der eigentlichen Entwicklungstätigkeit wurden von der Gruppe FEA umfangreiche Layoutarbeiten für verschiedene Gruppen (in erster Linie FEB) geleistet, unter anderem Clock-Generatoren, PC104 Carrier Adapter, Vorverstärker und Verstärker für Ionisationskammern, diverse Backplanes und weitere Baugruppen.