



Abbildung 96: *Im Jahre 2007 fand am DESY der internationale Linear Collider Workshop (LCWS2007) statt. Mehr als 600 Teilnehmer informierten sich über den Stand des ILC Projektes und diskutierten die letzten physikalischen und technischen Neuigkeiten.*

International Linear Collider

ILC-Projektgruppe: Mitglieder und Gäste der Gruppen M und FH, darunter insbesondere FLC (Leiter: T. Behnke) und LC (DESY, Zeuthen – Leiter: S. Riemann), sowie etwa 66 Institute aus 17 Ländern (im Rahmen der ECFA Studie).

Sprecher: T. Behnke, E. Elsen und N. Walker, DESY

Die Entwicklung des *International Linear Colliders* (ILC) wurde auch im Jahre 2007 auf einer sehr breiten internationalen Basis vorangetrieben. Dabei wurde ein wesentlicher Meilenstein im Jahre 2007 mit der Veröffentlichung des *Reference Design Reports* (RDR) erreicht. Der RDR beschreibt Physik, Detektor und Beschleuniger im Detail. Er enthält eine erste Kostenabschätzung für die im internationalen Konsens geplante Anlage, die sich auf \$6.7 Mrd. US beläuft. Die Veröffentlichung des RDR signalisiert das Ende der konzeptionellen Planung und den Übergang zu einer projektorientierten Phase, an deren Ende ein Projektvorschlag stehen soll, der den Regierungen zur Genehmigung vorgelegt werden kann. Zu diesem Zweck wurde im Laufe des Jahres ein Projektmanagement Team aufgestellt, das die Aktivitäten in direkter Zusammenarbeit mit den beteiligten Instituten koordiniert.

Im Bereich der Detektoren kam es zu einer ähnlich grundlegenden Neuorganisation. Prof. Sakue Yamada (KEK) wurde zum *Research Director* für den ILC berufen und wird die Koordination der weltweiten Detektoraktivitäten zu seiner Hauptaufgabe machen.

Am DESY stehen für den Linearbeschleuniger die gemeinsamen Aktivitäten mit dem XFEL weiterhin im Vordergrund. Konkret wurde Beiträge zur Vorbereitung schneller Tests der Kavitäten durchgeführt. Weiterhin wurden die Arbeiten im Rahmen

des EU geförderten EUROTeV Projektes fortgesetzt, dessen Laufzeit bis Ende 2008 verlängert wurde.

DESY hat auch im Jahr 2007 seine Arbeiten im Bereich der Detektorentwicklung fortgeführt. Nach Jahren der Vorbereitung konnten verschiedene Teststrahlexperimente durchgeführt werden. Für den Vertex Detektor, das Vorwärts-Kalorimeter und das hadronische Kalorimeter wurden große Datenmengen aufgezeichnet. Arbeiten zum Bau eines großen TPC Prototyps sind vorangegangen. Wichtige Fortschritte konnten im Bereich der Diagnostik (Energie- und Polarisationsmessung) gemacht werden.

Das auch von DESY wesentlich getragene LDC Detektorkonzept hat sich mit dem weitgehend asiatischen GLD Konzept zusammengeschlossen. An der Optimierung des gemeinsamen Detektorkonzeptes wird intensiv gearbeitet.

Eine wichtige Rolle hat die Genehmigung und der Beginn der Helmholtz Allianz *Physics at the Terascale* gespielt. Teil dieses Projektes, das detaillierter an anderer Stelle (Seite 12) vorgestellt wird, ist auch die Entwicklung einer kohärenten Strategie in Deutschland zur Detektorentwicklung für den ILC. DESY spielt hier als eine der treibenden Kräfte eine zentrale Rolle, sowohl bei der Durchführung von F&E Projekten als auch durch die Bereitstellung von Infrastruktur für Universitäten.

Im Juni 2007 war DESY Gastgeber der großen internationalen Konferenz über Linearbeschleuniger, LCWS2007 (Abbildung 96). Über 600 Gäste kamen ans DESY, um den Stand der ILC Entwicklungen und die Aussichten für das physikalische Programm zu diskutieren.

ILC

Der ILC, der technisch auf der supraleitenden TESLA-Technologie beruht, wird zurzeit durch den *Global Design Effort* (GDE) vorbereitet. Das GDE setzt sich aus Wissenschaftlern und Ingenieuren aus den drei Regionen Amerika, Asien und Europa zusammen und hat erfolgreich das Design der Maschine optimiert.

Unter Führung des GDE ist im Jahre 2007 der *Reference Design Report* (RDR) abgeschlossen worden und auf der Lepton-Photon Konferenz im August 2007 der Öffentlichkeit übergeben worden. Der RDR beschreibt einen etwa 30 km langen Komplex, in dem Elektronen und Positronen bei einer Schwerpunktsenergie bis zu 500 GeV zur Kollision gebracht werden. Ein späterer Ausbau auf eine Kollisionsenergie von 1 TeV ist möglich. Die Beschleunigermodule beruhen auf dem für den TESLA *Technical Design Report* vorgeschlagenen Design, sollen aber einen höheren mittleren Beschleunigungsgradienten von 31.5 MeV/m bereitstellen. Die Hochfrequenzquellen sind in einem zweiten, parallelen Tunnel untergebracht. Darüber hinaus sind die nun kreisförmigen zwei Dämpfungsringe für die Positronen und die Elektronen mit einem Umfang von gut 6 km in einem gemeinsamen Tunnel im Zentrum der Anlage angeordnet. Die standortabhängigen Kosten wurden durch Referenzstandorte in den drei Regionen ausgewertet. In Europa ist das ein Standort beim CERN mit einem etwa 100 m tiefen Tunnel im Festgestein, in den USA ein Standort in der Nähe des Fermilabs, und in Asien ein Standort in Japan. Untersuchungen für einen Standort in Anlehnung an die TESLA-Trasse mit einem Tunnel im Sand knapp unter der Erdoberfläche konnten noch nicht endgültig abgeschlossen werden.

Ein wichtiger Teil des RDR ist die Ermittlung der Kosten des Gesamtkomplexes. Das GDE hat hierzu eine Methode entwickelt, die es erlaubt, Kosten in allen Regionen der Welt in dem jeweils geltenden regionalen Kostensystem zu ermitteln. Grundlage ist der Wert der Komponenten, gemessen in so genannten ILC Einheiten (ILCU). Der Wert 1 ILCU ist über einen festen Wechselkurs zum Dollar und zum Euro definiert. Dabei entspricht ein ILCU dem Wert eines US-Dollars Anfang 2007, oder 1.20 Euro. Kosten für Personal und Risikozuschläge sind in den Kosten nicht enthalten. In dieser Definition betragen die Projektkosten des *International Linear Collider* 6.7 Mrd. ILCU. Zusätzlich werden 13000 Personenjahre benötigt. Etwa 1.8 Mrd. ILCU sind dabei direkt am Standort in Form von Infrastruktur, Bauwerken etc. zu erbringen.

Die Arbeiten am Beschleuniger sind mit der Veröffentlichung des RDR in eine neue Phase getreten, die auch eine neue Organisation bedingt. Ziel der nächsten Jahre ist es, den Entwurf der Maschine aus dem RDR soweit auszuarbeiten und zu verfeinern, dass das Projekt genehmigungsfähig wird. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf der weiteren Entwicklung der Beschleunigertechnologie, und auf der Reduktion der Kosten des Gesamtprojektes. Außerdem wird ein Verfahren zur Standortbewerbung und -auswahl entwickelt. Das Projektmanagement wurde hierarchisch angeordnet und das Projekt in Arbeitspakete aufgeteilt. Unter dem Projektleiter teilen sich drei Projektmanager, je einer pro Region, die Aufgaben Beschleuniger, Infrastruktur und Beschleunigersysteme auf. Die Arbeitsgruppenleiter der Beschleuniger-, technischen und übergeordneten System haben ihre Arbeit in Arbeitspakete unterteilt und arbeiten unter der Leitung der jeweiligen Projektmanager (Abbildung 97).

Die supraleitende Beschleunigertechnologie steht weiterhin im Fokus der Optimierungsbetrachtungen für den ILC. Während in Amerika und Asien Anstrengungen unternommen werden, eine angemessene Testinfrastruktur zu entwickeln, können gegenwärtig lediglich bei DESY Tests in größerem Maßstab durchgeführt werden. Beispiele sind die Hochgradienten-Tests, für die ein Modul zum Test bei FLASH in Vorbereitung ist.

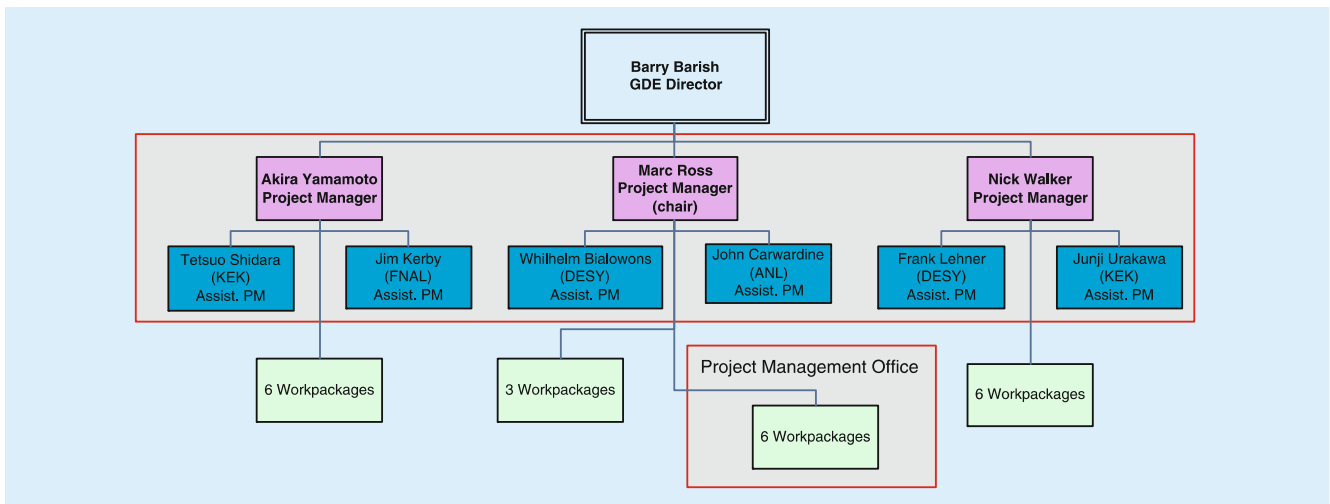


Abbildung 97: Die Organisationsstruktur des GDE in den Phasen I und II des Technical Design.

Schwergewicht ist ein Verständnis und die Optimierung des Fertigungsprozesses in einer Detailtiefe, die auch kostengünstige industrielle Fertigung ermöglicht. Vielversprechende Ergebnisse werden mit grobkristallinem Niob auf Grund der Reduzierung der Korngrenzen erwartet und z. T. bereits erreicht. In jedem Fall ist die vollständige Beherrschung des Reinigungs- und Politurverfahren ausschlaggebend. Diese Phase des ILC wird in Europa durch das neue Projekt ILC-HiGrade entscheidend gestärkt. Ein entsprechender Projektantrag bei der Europäischen Kommission über 5 Mrd.€ Förderung wurde im Laufe des Jahres bewilligt und wird ab Februar 2008 die Aktivitäten am DESY zusammen mit CERN, LAL (Orsay), CEA (Palaiseau), Mailand und Oxford unterstützen.

Diese Förderung ist umso willkommener als Ende des Jahres 2007 durch politische Entwicklungen in den USA und in UK die Fördermittel für die Entwicklung des ILC (und anderer Großprojekte) im Jahre 2008 deutlich eingeschränkt wurden. Das GDE Management hat darauf reagiert und die Forschungsvorhaben vorrangig auf die kritischen Komponenten des ILC in der *Technical Design Phase I* beschränkt, die nunmehr bis 2010 gehen wird. In der anschließenden *Technical Design Phase II* werden dann alle Forschungsziele des ILC aufgegriffen und mit dem *Technical Design Report* abgeschlossen.

Bei DESY selbst hat die ILC-Projektgruppe nach Abschluss der HERA-Experimente Entwicklungsarbeiten für supraleitende Kavitäten übernommen. Die Durchführung der kommenden Abnahmetests für die industrielle Serienfertigung wird gegenwärtig optimiert. Gleichzeitig werden mechanische Testvorrichtungen entwickelt und für hohen Durchsatz verbessert.

Im Rahmen des EUROTeV Projektes wurden im Dezember des Berichtsjahres Messungen zum *Fast-Ion-Effekt* am ATF-Ring in Japan durchgeführt. Durch gezielte Variationen des Drucks im Vakuumrohr kann die Entstehung der Ionen und deren Einfang im Feld des Strahls kontrolliert variiert und mit den bei DESY ausgeführten Simulationsrechnungen verglichen werden. Die Apparatur konnte erfolgreich in Betrieb genommen werden. Allerdings müssen für aussagekräftige Messungen die Strahleigenschaften noch weiter verbessert werden.

Beim Strahltransport wurden die Anforderungen an die Aufstellungsgenauigkeit im Rahmen von EUROTeV weiter studiert. Die Frage der Stabilität der einzelnen optischen Komponenten und der Einfluss der Vermessungsgenauigkeit wurde realistisch in so genannten *Start-to-end* Simulationen mit dem Programmpaket Merlin studiert. Merlin wird von einem größeren User-Kreis als Werkzeug genutzt. Die Luminosität wurde in

Simulationsrechnungen als Funktion des Kreuzungswinkels optimiert.

Ergänzt wurden diese Simulationen durch gezielte Messungen der Vibrationsmoden von Kryomodulen, erstmals auch im Vergleich mit kalten Modulen bei 4.5 K. Die Aufhängung der Beschleunigerstrukturen an der Tunneldecke (wie beim XFEL vorgesehen) erzeugt offensichtlich keine zusätzlichen Schwingungen. Beim Übergang von warmen zu kalten Kavitäten wurden keine unerwarteten Schwingungen angeregt. Bei extremen Betriebsbedingungen der Kälteanlagen traten jedoch Schwingungsmodi auf, die über die Kühlleitungen eingekoppelt werden und die Strahlage im ILC in Extremfällen beeinflussen könnten. Im Normalbetrieb bei 2 K treten diese Schwingungen allerdings nicht auf.

Der Einfluss der asymmetrischen Einkopplung des RF-Feldes in die Kavitäten kann ebenfalls die Strahlage beeinflussen. Auf diese Weise angeregte höhere harmonische Moden wurden simuliert und der Effekt auf den Strahl studiert. Im normalen Betriebsmodus sind diese Einflüsse beherrschbar, bei hohen Intensitäten werden diese Effekte u. U. jedoch kritisch und müssen geometrisch kompensiert werden.

Die Wechselwirkungszone des ILC bleibt weiterhin eine Herausforderung. Studien zur Auslegung der Wechselwirkungszone wurden deshalb im internationalen Rahmen der Arbeitsgruppe Maschine-Detektor-Schnittstelle weitergeführt.

Im Rahmen der *HGF Terascale Allianz* koordiniert DESY den Bereich *Beschleuniger*. Während des Berichtsjahres wurden Lehrveranstaltungen zu Höchstenergiebeschleunigern sowohl bei DESY als auch an externen Universitäten angeboten.

Instrumentierung am ILC

Experimente am ILC hängen kritisch von einer guten und präzisen Messung verschiedener wichtiger Strahlparameter ab. An erster Stelle sind hier die Energie und die Polarisation der Strahlen zu nennen. Fortschritte konnten im Jahre 2007 in beiden Gebieten erzielt

werden. Besonders hervorzuheben ist, dass sowohl bei der Energiemessung als auch beim Verständnis der Polarisation am ILC erste konkrete Ergebnisse von Test-Experimenten vorliegen.

Messung der ILC Strahlenergie

Um die Masse von Teilchen wie z. B. vom Higgs-Boson oder dem Top-Quark mit einer besseren Genauigkeit als der theoretischen Unsicherheit zu messen, ist die Kenntnis der Strahlenergie (E_b) von $\Delta E_b/E_b \leq 10^{-4}$ notwendig. Die Standardmethode zur Bestimmung von E_b ist die Nutzung eines Magnetspektrometers bestehend aus Dipolmagneten und Strahlagemonitoren (BPMs). Um nachzuweisen, dass eine solche Präzisionsmessung unter realistischen Bedingungen möglich ist, wurde das sog. Endstation A Experiment T-474 Anfang 2006 von einer Kollaboration aus der Universität Cambridge, DESY, Dubna, der Universität Royal Holloway, dem SLAC, UC Berkeley, UC London und die Universität von Notre Dame am SLAC (USA) aufgebaut und in Betrieb genommen (siehe Abbildung 98). In diesem Experiment wird die Strahlenergie durch Mes-

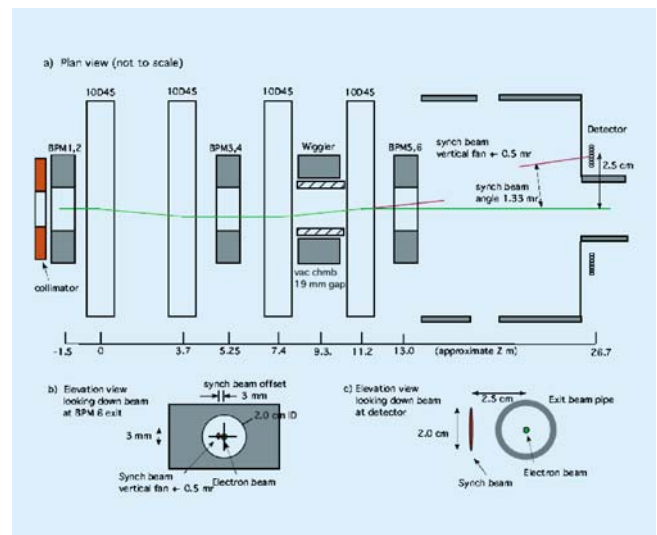


Abbildung 98: Übersicht des Endstation A Experiments T-474 zur Messung der Strahlenergie, ergänzt durch eine Anordnung zur Messung der Strahlenergie mittels Synchrotron Strahlung.

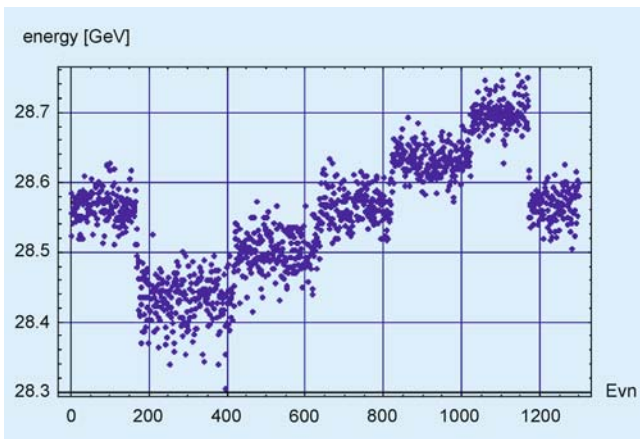


Abbildung 99: Messung der Strahlenergie während des Runs-1699 bei einer Magnetstromstärke von 150 A.

sung der Ablage des Strahls zwischen dem zweiten und drittem Magneten, der integralen Magnetfeldstärke des ersten Magneten und der Geometrie der Schikane bestimmt. DESY hat wesentliche Beiträge zu den verwendeten Magneten geleistet.

Die bereits im Jahre 2006 erreichte BPM-Auflösung von 550 nm bei einer Stabilität von besser als 40 ppm zusammen mit detaillierten Magnetfeldmessungen erlaubten die Messung der Strahlenergie (Abbildung 99). Die stufenweise Variation der Strahlenergie als Funktion der Zeit kann mithilfe des Spektrometers deutlich nachvollzogen werden. Eine Fortführung des Messprogrammes ist im Jahre 2008 geplant.

Neben der Methode des Spektrometers wurden verschiedene Alternativen untersucht. Vielversprechende Ansätze sind zusammen mit Kollegen aus Dubna, Yerevan und Novosibirsk bei der Bestimmung der Strahlenergie mittels der Messung des Endpunktes der Synchrotron Strahlung (SR), die in Ablenkungsmagneten erzeugt wird, mittels der Messung von Comptonstreuung von Laserlicht an Strahlelektronen, oder durch die Resonanzabsorption von Laserlicht in einem statischen toroidalen Magnetfeld verfolgt worden. Diese Studien werden in den nächsten Jahren fortgeführt werden. Unter anderem sind Tests in Novosibirsk geplant, um *proof of principle* Experimente der verschiedenen Methoden durchzuführen.

Polarisierte Positronenquelle für den ILC

Neben der Strahlenergie spielt die Polarisation – sowohl die Erzeugung polarisierter Strahlen, als auch die Messung der Polarisation im Wechselwirkungspunkt – eine zentrale Rolle bei der Bestimmung wichtiger Strahlparameter des ILC.

Der ILC sieht vor, dass der Elektronenstrahl durch die etablierte Methode der Photoemission an GaAs-Strukturen erzeugt wird, während der Positronenstrahl in einer neuartigen Undulator basierten Quelle produziert werden soll. Eine besondere Herausforderung hier ist es, ausreichend hohe Positronenströme mit hoher Polarisation zu erzeugen.

Das Design einer Positronenquelle des ILC wurde im Jahre 2007 weiterentwickelt. Es wurden Untersuchungen zur Optimierung der Quelle bezüglich der Positronenausbeute und -polarisation durchgeführt. Die zu erwartende Strahlenbelastung und Materialaktivierung wurden bestimmt und im Design für ein ferngesteuertes Positionierungssystem für das Positronentarget berücksichtigt. Ein besonderes Problem stellt dabei das Target selbst dar, es ist beim Betrieb extrem hohen Belastungen ausgesetzt und sein Austausch ist mit großem Aufwand verbunden. Berechnungen zeigten, dass die durch Strahlung verursachten Schäden am Material einen jährlichen Wechsel des Targets nötig machen.

Um die Machbarkeit einer Undulator-basierten Positronenquelle zu demonstrieren und den Produktionsprozess detailliert zu untersuchen, wurde am SLAC seit einigen Jahren das E166 Experiment durchgeführt, in dem der vorgeschlagene Produktionsprozess detailliert untersucht wird. DESY hat sich an der Konzeption des Experimentes, dem Bau und dem Betrieb beteiligt. Nach Abschluss der Datennahme im Jahre 2006 stand 2007 die Analyse der Daten im Vordergrund. Dies erforderte unter anderem eine erhebliche Erweiterung des Geant Monte Carlo Programms, um polarisierte Prozess korrekt beschreiben zu können. Diese Erweiterungen, die wesentlich in Zeuthen erarbeitet wurden, sind inzwischen Teil des offiziellen Geant4 Paketes geworden.

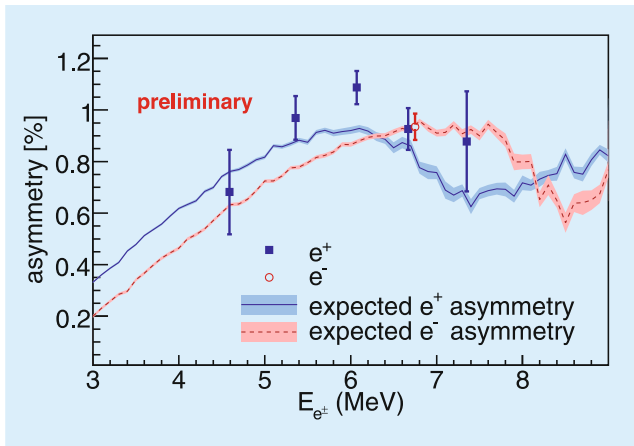


Abbildung 100: Die Asymmetrien gemessen mit dem Comptontransmissionspolarimeter bei E166 in Abhängigkeit von der Energie der Positronen bzw. Elektronen. Die Energie wurde mit einem Doppeldipol-spektrometer eingestellt. Die erwartete Asymmetrie, berechnet mit Geant4, ist ebenfalls angegeben.

Die vorläufigen Ergebnisse des E166 Experimentes sind in Abbildung 100 zusammengefasst. Gezeigt ist die gemessene Asymmetrie, die der Strahlpolarisation proportional ist, sowie die Ergebnisse der detaillierten Simulation. Eine gute Übereinstimmung wird beobachtet. Damit ist das wesentliche Ziel des E166 Experimentes erreicht worden: es konnte demonstriert werden, dass mithilfe der Undulator Quelle polarisierte Positronen produziert werden können, und dass die Modelle diese Prozesse mit ausreichender Präzision beschreiben können.

Messung der Polarisation am ILC

Viele Studien haben ergeben, dass am ILC die Polarisation mit einer Genauigkeit von $\delta P/P = 0,25\%$ genau gemessen werden muss. Das ist ein Faktor zwei besser als die bisher weltbeste Polarisationmessung, die am SLAC im Rahmen des SLD-Experimentes erreicht wurde. Das am ILC geplante Polarimeter basiert auf der Comptonstreuung zwischen Strahlelektronen und zirkular polarisierten Laserphotonen. Pro Teilchenpaket werden dabei 1000–2000 Elektronen gestreut, deren Energiespektrum polarisationsabhängig ist. Die

gestreuten Elektronen werden in einer Magnetschikane wie in einem Spektrometer nach Energien aufgefächert und anschließend wird ihre Ortsverteilung mit einem Cherenkov-Detektor gemessen. Zur Kontrolle der Spintransporteffekte und des Einflusses der Strahl-Strahl Wechselwirkung auf die Polarisation ist je ein Compton-Polarimeter vor (*upstream*) und hinter (*downstream*) dem e^+e^- -Wechselwirkungspunkt geplant. Am DESY werden Untersuchungen zur Entwicklung und zur Durchführung einer Polarisationmessung am ILC durchgeführt.

Mithilfe von Simulationsrechnungen wird die Strahlführung in der Umgebung des Polarimeters untersucht. Ziel ist es, eine Lösung zu finden, die optimal auf die Bedürfnisse des Polarimeters abgestimmt ist, und gleichzeitig möglichst wenig (teuren) Tunnelraum in Anspruch nimmt. Andere Effekte, wie die Möglichkeit der Kalibration des Polarimeters, und die Wechselwirkung mit anderen Diagnostik Messstationen, die eventuell in der Nähe des Polarimeters eingebaut werden, sind Gegenstand detaillierter Untersuchungen.

Verschiedene Möglichkeiten wurden untersucht, den Cherenkov-Detektor zu realisieren. Dazu wurde der Cherenkov-Detektor des SLD-Polarimeters am DESY im Teststrahl betrieben (siehe Abbildungen 101 und 102) und die ebenfalls in dieser Arbeitsgruppe entstandene Simulation an die Teststrahlergebnisse angepasst. Mit dieser Simulation können nun neue Detektorkonfigurationen für die ILC-Polarimeter studiert werden. In einer zweiten Teststrahlperiode wurde der SLD-Detektor mit verschiedenen Typen neuer Photodetektoren ausgerüstet.

Die Erfahrungen mit dem SLD-Polarimeter haben gezeigt, dass die Genauigkeit der Messung letztlich durch die Nichtlinearitäten des Cherenkov-Detektors und der Ausleseelektronik begrenzt war. Daher wurde im vergangenen Jahr ein LED-Teststand aufgebaut, mit dem die Linearität verschiedener Photodetektoren und Elektronikkomponenten untersucht werden kann. Es wurden verschiedene Methoden zur Messung von integralen und differentiellen Nichtlinearitäten verglichen, die nun auf die verschiedenen Komponenten angewendet werden können.



Abbildung 101: Teststrahllaufbau mit dem Cherenkov-Detektor des SLD-Polarimeters.

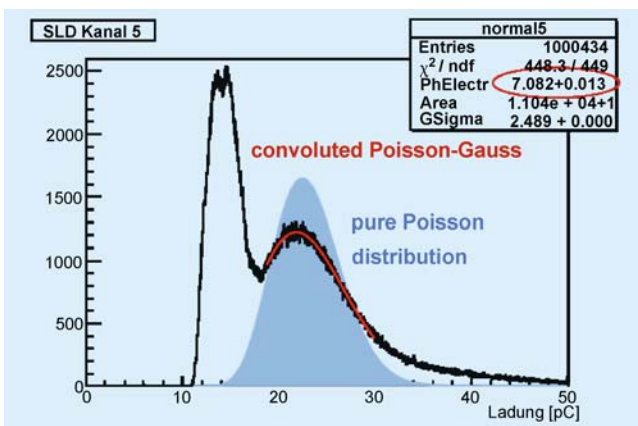


Abbildung 102: Signalthöhenspektrum mit Bestimmung der Anzahl der nachgewiesenen Photoelektronen aus einer der Teststrahlmessungen.

Detektorentwicklungen für den ILC

Ein Experiment am ILC ist mit erheblichen technischen und physikalischen Herausforderungen verbunden, damit die vom Beschleuniger erzeugten Kollisionen op-

timal ausgewertet werden können. Seit mehreren Jahren arbeitet deshalb am DESY eine Gruppe an der Entwicklung von Technologien und an der Ausarbeitung eines Detektorkonzeptes für den ILC. Diese Arbeiten sind international eng mit anderen Partnern verzahnt, sowohl in Europa, im Rahmen des EU geförderten EU-DET Programmes, als auch international im Rahmen der *World Wide Study for Physics and Experiments at a Future Linear Collider* (WWS). DESY beteiligt sich aktiv an der Entwicklung von Technologien für den Vertex Detektor, den TPC Spurdetektor, das hadronische Kalorimeter und die Instrumentierung der Vorwärtsregion des Experimentes. DESY spielt darüber hinaus eine wichtige Rolle in der Ausarbeitung eines kohärenten Konzeptes für einen Detektor am ILC, indem Arbeiten zum Detektordesign, aber auch Studien zur möglichen Physik am ILC durchgeführt werden. DESY hat sich in den letzten Jahren eine starke koordinierende Rolle erarbeitet, die auch in der im Jahre 2007 genehmigten Helmholtz Allianz *Physics at the Terascale* ihren Ausdruck findet.

Das ILD Detektor Konzept

Seit etwa 10 Jahren wird in Europa ein Detektorkonzept für eine Linearbeschleuniger entwickelt. Zunächst unter dem Namen TESLA, wurde dieser Detektor seit 2003 unter dem Namen LDC weiterentwickelt. Dieser Detektor ist konsequent auf das Ereignisrekonstruktionsmodell *Particle Flow* hin entwickelt worden. Ein wesentlicher Teil dafür ist eine hochauflösende TPC, die eine extrem effiziente und robuste Spurerkennung gewährleisten soll, und ein hochsegmentiertes Kalorimeter, um neutrale und geladene Teilchen effizient zu trennen und zu rekonstruieren. Die Details des Detektors sind im *Detector Outline Document* (DOD) und zuletzt stark kondensiert im RDR dokumentiert worden.

Im Sommer 2007 haben sich LDC und das weitgehend asiatische Detektorkonzept GLD zu einem neuen, dem *International Large Detector at the ILC* (ILD) Konzept, zusammengeschlossen. Von dem Zusammenschluss erhoffen sich beide Konzeptgruppen eine höhere Effizienz, und Synergien durch die Vermeidung von Doppel-

arbeiten. Schon vor dem Zusammenschluss arbeiteten beide Gruppen in verschiedenen F&E Kollaborationen eng zusammen.

DESY ist an verschiedenen Stellen in der ILD in führender Position vertreten. Es stellt ein Mitglied im *Joint Steering Board*, dem Führungsgremium der Gruppe, und ist in mehreren Arbeitsgruppen und Detektorgruppen an führender Stelle vertreten.

Maschine-Detektor Schnittstelle und Detektorintegration

Die Schnittstellen zwischen den geplanten Experimenten und dem Beschleuniger sind wichtiger Gegenstand der weltweiten Studien zum ILC. Im Jahr 2007 lag der Schwerpunkt der internationalen Entwicklungen dabei auf den technischen und physikalischen Randbedingungen, die das Design der geplanten Detektoren auf die Größe und Auslegung der unterirdischen Experimentierhalle haben. Höhepunkt in 2007 war dabei der am SLAC organisierte *ILC Interaction Region Engineering Design Workshop IRENG'07*.

Am DESY wurden im Berichtszeitraum Untersuchungen zur Detektorintegration und den sich daraus ergebenden Randbedingungen für das Design der Detektorhalle durchgeführt. Hierbei stand vor allem die Zusammenführung der beiden Detektorkonzepte GLD und LDC zum neuen ILD Design im Vordergrund.

Die Planungen zur Größe und Ausstattung der unterirdischen Detektorhallen stehen in enger Wechselwirkung zu den Planungen der Detektorintegration in den Detektorkonzeptstudien. Im *ILC Reference Design Report* wurden die Rahmenbedingungen, wie z. B. die Größe der unterirdischen Experimentierhalle beschrieben. Die Arbeiten in 2007 konzentrierten sich danach auf den Beginn der Entwicklungen, die zu einem technisch ausgearbeiteten Design führen sollen. Auf dem IRENG'07 Workshop kamen technische Experten der Maschine und der Detektorkonzepte zusammen, um den Status und die weiteren Entwicklungspläne für das technische Design der Wechselwirkungszone zu diskutieren. Hauptthemen waren dabei die Anforder-

ungen an die Experimentierhalle, die Unterstützung und Versorgung der Maschinenelemente im Detektor (Bsp. der Quadrupolmagnete), sowie die Anforderungen an ein schnelles und zuverlässiges *push-pull* System, mit dessen Hilfe die zwei geplanten Detektoren an der Wechselwirkungszone ausgetauscht werden können.

Die Entscheidung der Detektorkonzepte LDC und GLD, einen gemeinsamen *Letter of Intent* (LoI) einzureichen, führte im Verlauf des Berichtszeitraums zu einer intensiven Kollaboration, um ein gemeinsames Detektorkonzept (ILD) zu entwickeln. Obwohl ein Großteil der Entwicklungen auf dem Bereich der physikalischen Optimierung des neuen Konzepts liegen, wurde parallel mit Überlegungen zur technischen Realisierung eines ILD-Detektors begonnen. Hier stehen insbesondere Fragestellungen zur Detektorintegration im Vordergrund. Ziel dieser Arbeiten ist es, zum Zeitpunkt des Einreichens des LoI eine technische Studie des ILD-Detektors in Form von CAD-Modellen bereitzustellen (Abbildung 103). Dabei soll die mechanische und technische Realisierbarkeit prinzipiell gezeigt werden. Ein detailliertes technisches Design des Detektors bleibt der *Technischen Design Phase* vorbehalten, die sich an den LoI anschließen soll.

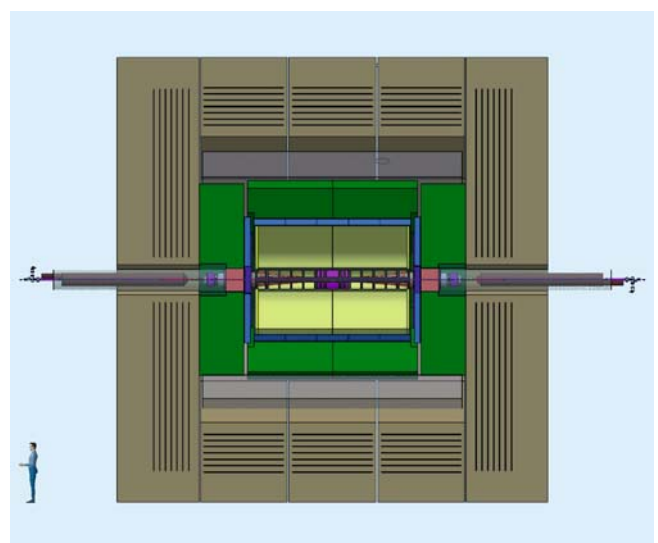


Abbildung 103: CAD Modell des ILD Detektors in einer der möglichen Konfigurationen.

Vorwärtskalorimeter (FCAL)

Die Detektoren am zukünftigen ILC werden in der Vorwärtsregion über zwei Kalorimeter verfügen, die besondere Aufgaben haben und deren technische Realisierung eine Herausforderung darstellt.

Das *Luminositätskalorimeter*, das einen Winkelbereich zwischen 25 bis 150 mrad abdeckt, soll die Luminosität extrem genau vermessen. Im Bereich zwischen 5 und 50 mrad ist das *Beamcal* angeordnet, das einerseits helfen soll, einzelne hochenergetische Teilchen bis zu sehr kleinen Winkeln zu messen, andererseits über die Messung des strahlinduzierten Untergrundes die Strahlparameter besser zu verstehen. Dieser Aspekt wurde im Jahre 2007 intensiv durch Simulationsstudien untersucht. Erste Entwürfe zu einer schnelle Ansleselektronik wurden erarbeitet.

Das *Beamcal* stellt besondere Anforderungen an die Strahlhärte der Sensoren. Die bereits 2006 begonnenen Messungen der Strahlhärte verschiedener Sensortypen wurden fortgesetzt und auf GaAs Sensoren

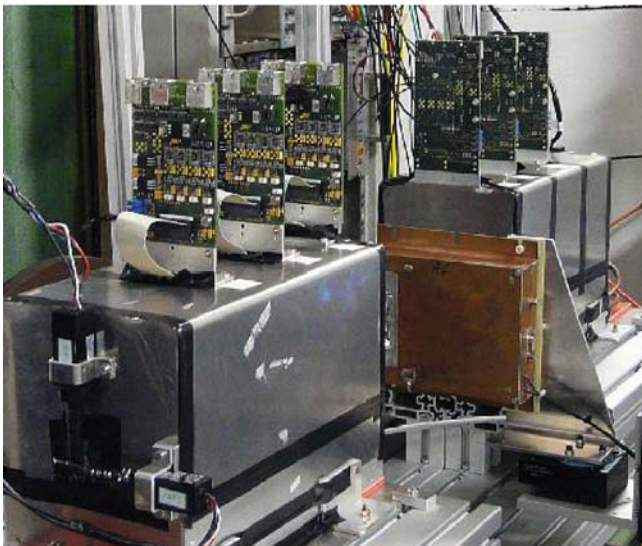


Abbildung 104: Messstand am DESY Teststrahl 24. Von rechts trifft der Elektronenstrahl ein und durchdringt die sechs Ebenen des EUDET Strahlteleskops. In der Mitte des Teleskops befindet sich der Diamantsensor in einer kupferverkleideten Vorverstärkerbox, die auf einem motorgesteuerten x-y-phi Schwenkarm montiert ist.

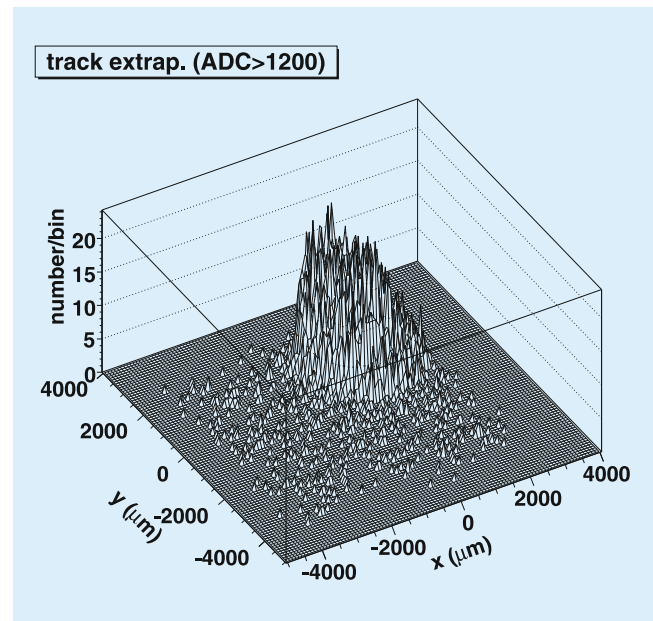


Abbildung 105: Vorhergesagte Spurposition an der z-Position des Sensors für Ereignisse mit einem ADC Signal von mehr als 1200. Der Akzeptanzbereich des Diamantsensors von 3 mm Durchmesser ist deutlich zu sehen.

und polykristalline CVD Diamanten ausgedehnt. Mit Messungen am DESY Teststrahl wurden erste Ergebnisse über das Verhalten von CVD Diamant Detektoren mit minimal ionisierenden Teilchen erzielt (siehe Abbildungen 104 und 105).

Hadronisches Kalorimeter

Das Jahr 2007 war ein wesentlicher Meilenstein in der Entwicklung des hadronischen Kalorimeters für den ILC. Nach dem ersten Testlauf des Prototypen am CERN im Jahre 2006 konnten 2007 in zwei Experimentierperioden mit dem inzwischen komplett ausgerüsteten Kalorimeter Daten am CERN aufgezeichnet werden. Über drei Monate konnte der Prototyp ohne wesentliche technische Probleme am CERN betrieben werden. Insgesamt 200 Millionen Ereignisse wurden aufgezeichnet und stehen jetzt der Kollaboration zur Auswertung zur Verfügung. Die DESY Gruppe spielte eine zentrale Rolle in der Planung, dem Betrieb und der Auswertung dieses Experimentes.

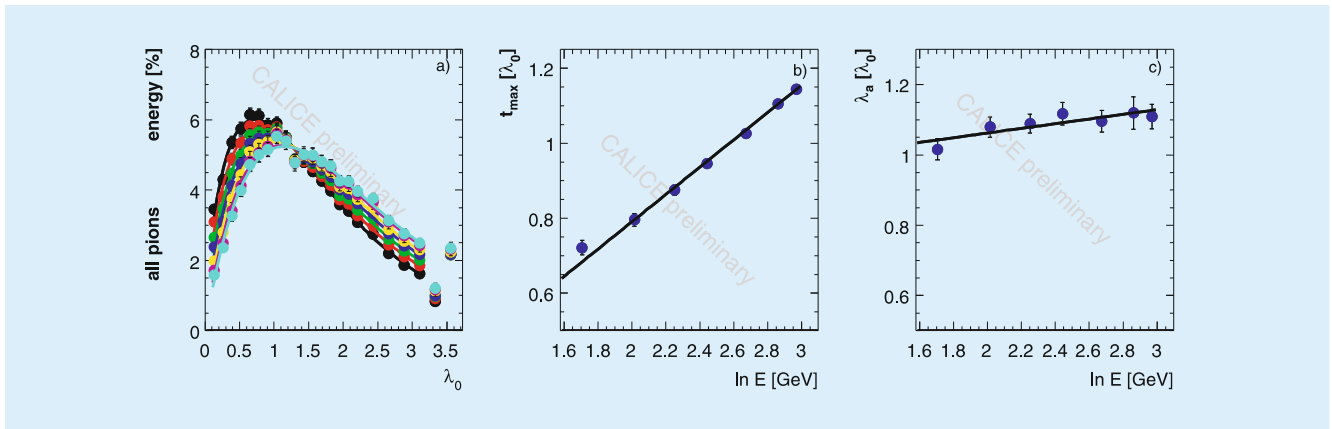


Abbildung 106: Longitudinales Profil von Pionen induzierten Schauern mit Energien zwischen 6–20 GeV. Nur Pionen sind selektiert, die erst im HCAL beginnen, aufzuschauern. (a) Longitudinales Profil zusammen mit der Fit Funktion. (b) Ergebnis des Fits zum Schauermaximum gegen die Energie des Schauers. (c) Position des Schauermaximums gegen Schauerenergie.

Parallel zu den Aktivitäten am CERN hat die Gruppe im Jahre 2007 intensiv an der Auswertung der Daten gearbeitet, die im Pilotrun im Jahre 2006 aufgezeichnet wurden. Daneben wurde die Qualität der neuen Daten kontinuierlich überwacht und studiert. Ergebnisse der Analysen sind auf mehreren Konferenzen gezeigt und in internen Berichten dokumentiert worden.

Ein wesentliches Ziel der Tests mit dem Prototypen ist es, die Rolle der Segmentierung im Kalorimeter besser zu verstehen und die Qualität der Monte Carlo Simulation zu optimieren. Die Rolle der Segmentation kann am Studium eines Pion Schauers demonstriert werden. In Abbildung 106 ist das longitudinale Profil eines Pionenschauers dargestellt. Die Pionen hatten Energien zwischen 6 und 20 GeV. Die Position des Schauermaximums und die Abhängigkeit der Höhe des Schauermaximums von der Tiefe im Kalorimeter stimmen mit der Erwartung einer logarithmischen Abhängigkeit überein.

Die Analyse der 2007er Daten stellt eine erhebliche Herausforderung dar, da sowohl die Zahl der Kanäle als auch das Volumen der Daten eine neue Größenordnung erreicht hat. Entscheidende Fortschritte in der Software zur Handhabung der Daten und auch zur Analyse der Daten konnten gemacht werden.

Am CERN konnten Daten mit Elektronen, Muonen und Pionen bei unterschiedlichen Energien aufgezeichnet werden. Die Analyse der elektromagnetischen Schauerdaten wird verwendet, um die Integrität der Kalibrationskette zu etablieren.

Die Daten des hadronischen Kalorimeters werden mit den im Jahre 2003 aufgezeichneten Daten des Minicals verglichen. Da die *Sampling Fraction* beider Kalorimeter die gleiche ist, muss der stochastische Term der Auflösung ebenfalls gleich sein. In Abbildung 107 ist die Energieauflösung als Funktion der Energie des einfallenden Teilchens gezeigt. Daten sowohl des Minicals als auch des neuen Prototypen sind verglichen. Beide Messungen ergeben vergleichbare Ergebnisse und zeigen eine stochastische Auflösung für elektromagnetische Schauer von etwa $20\%/\sqrt{E}$.

Die 8000 Szintillator-Kacheln des Hadron-Kalorimeters werden einzeln mit neuartigen Multipixel-Geiger-Photodioden, sogenannten SiPMs (*Silicon Photomultiplier*), ausgelesen, die direkt auf den Kacheln angebracht sind und damit im Prinzip ein sehr kompaktes und homogenes Detektor-Design erlauben. Im Teststrahl-Prototypen sind Auslese-Elektronik und optische Kalibrations-Systeme noch extern angebracht, in einem realistischen Detektor müssen sie in die Detek-

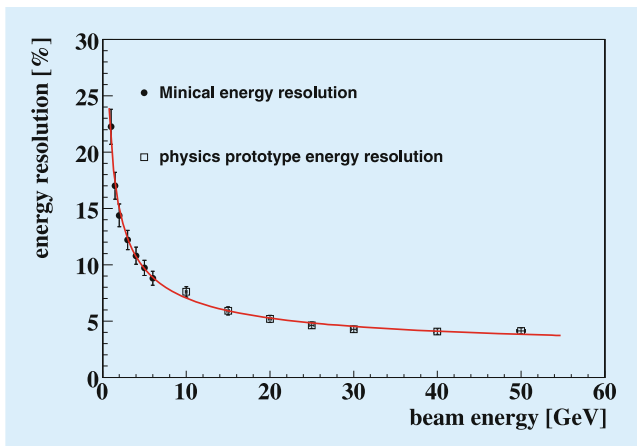


Abbildung 107: Ergebnisse der Energieauflösung gemessen mit dem Minical Detektor im Jahre 2003 bei Energien zwischen 1–6 GeV, und mit dem AHCAL Prototypen für Energien zwischen 10 und 50 GeV.

torstruktur integriert werden, so dass inaktive Regionen auf ein Minimum beschränkt bleiben.

Im Rahmen des EU-geförderten Projekts EUDET erarbeitet die Gruppe FLC, zusammen mit FEB, ein solches HCAL-Design. Mit einem kleinen Prototypen wurde gezeigt, dass zur Kalibration Leuchtdioden in SMD-Technologie verwendet werden können, die nahe an den Szintillatoren angebracht werden. Dieser wichtige Schritt ermöglicht den vollständigen Verzicht auf die bisher für optisch ausgelesene Detektoren charakteristischen, komplizierten Lichtleitersysteme.

Die Entwicklung der Silicon Photomultiplier, die ein wesentlicher Teil des hadronischen Kalorimeters sind, hat ein breites Interesse auch in anderen Bereichen gefunden. Im Rahmen der Helmholtz Nachwuchsgruppe VH-NG-206 wird die mögliche Anwendung dieser Geräte in der *Positron Emission Tomography* (PET) untersucht. Wie beim Kalorimeter ermöglicht die sehr kompakte Bauweise der SiPM's ein PET Gerät mit besserer Ortsauflösung und besserer Empfindlichkeit. Die Probleme sind hier sehr ähnlich zu denen, die auch für die Weiterentwicklung des HCAL's studiert werden müssen: Kopplung zwischen dem SiPM und dem Szintillator, Einsatz neuer SiPM von Hamatsu, die eine direkte Ankopplung des Szintillators and den SiPM erlauben, ohne Zwischenschaltung eines Wellenlängen-

schiebers. Erste Erfahrungen mit diesen Geräten und ihrer Anwendung für PET konnten im Rahmen von Diplomarbeiten gesammelt werden. Diese Arbeiten finden in enger Kooperation mit der Universität Heidelberg und der Universität Shinshu (Japan) statt.

In der Zukunft ist es geplant, einen kleinen PET Prototypen zu bauen, der die Machbarkeit eines auf SiPM basierenden PET Gerätes demonstrieren soll.

Vertexdetektor

DESY ist im Rahmen des EUDET Projektes *Pixelteleskop* an den Entwicklungen für den Vertex Detektor an einem Experiment am zukünftigen Linearbeschleuniger beteiligt. Im Rahmen dieses Projekts soll die Erfahrung mit Pixelsensoren in den Bau eines neuartigen Pixelteleskops und einer damit einhergehenden Teststrahlinfrastruktur am 6 GeV DESY Elektronenstrahl eingehen. Dieses Pixelteleskop soll Teilchenspuren mit einer Genauigkeit von besser als 3 Mikrometer vermessen. Die so erhaltene Spurinformaton wird genutzt um weitere hochauflösende Teilchendetektoren zu studieren. DESY hat Verantwortung im Bereich der Chiptests, der Systemintegration und der Datenanalyse übernommen.

Im Jahr 2007 wurde der Prototyp des Pixelteleskops, der sogenannte *Demonstrator*, gebaut und in Betrieb genommen. Als aktive Detektoren wurden Sensoren ausgewählt, die am *Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien* (IPHC), Strasbourg entwickelt wurden. Diese Sensoren vereinen aktives Material und Ausleseelektronik auf ein und demselben Silizium-Chip und verfügen über eine Pixelgröße von nur 30 Mikrometern. Diese monolithischen Pixelsensoren wurden auf Sensorplatten montiert und detailliert getestet. Messungen mit einer radioaktiven Quelle gaben Aufschluss über Signalgröße und Signal-zu-Rausch-Verhältnis der Pixel. Anschließend wurden sechs dieser Chips in einer speziellen sehr genauen Mechanik integriert. Diese Mechanik wurde während des Berichtszeitraums konzipiert und produziert. Der mechanische Aufbau besteht aus zwei unabhängigen Sensorboxen zwischen denen ein Testdetektor platziert werden kann. In beiden Boxen be-

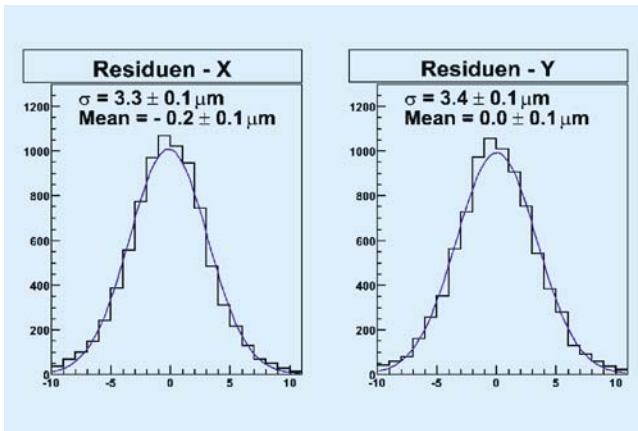


Abbildung 108: Residuen der x - und y -Komponenten einer Pixelebene gemessen mit 180 GeV Pionen am CERN Teststrahl.

finden sich je drei Sensorhalter die über ein Schienensystem positioniert werden. Kühlungsrohre unterhalb des Schienensystems ermöglichen eine ausreichende Kühlung der Silizium-Pixel-Chips. Die gesamte Mechanik des Teleskops wurde in DESY Werkstätten produziert. Der Demonstrator wurde am DESY erstmals in Betrieb genommen, und es wurden erste Messungen am Teststrahl mit 6 GeV Elektronen durchgeführt. Bei einem weiteren Strahltest mit 180 GeV Pionen am CERN wurde der Einfluss der Vielfachstreuung minimiert. Mehrere Millionen Spuren wurden innerhalb von zwei Wochen aufgenommen. Auf diese Weise lässt sich die geometrische Auflösung des Teleskops bestimmen, welche mit gedünnten Sensoren in dem finalen Teleskop bei DESY erreicht werden soll.

Die Analysesoftware *EUTelescope* wurde zur Datenanalyse genutzt. Diese Software wurde unter anderem am DESY entwickelt und bietet einen modularen Ansatz zur Rekonstruktion und Analyse der Teleskopdaten. Es bestehen sowohl Funktionen zur Kalibrierung, Ausrichtung und Datenrekonstruktion als auch für Mustererkennung und Bestimmung der Auflösung. Fast alle Schritte der Analyse können auf dem GRID durchgeführt werden, so wird die Rechenzeit extrem verkürzt. Die Analyse der DESY und CERN Daten zeigte, dass der Prototyp des Pixelteleskops den Erwartungen entsprechend gut funktioniert und eine Auflösung von nur einem Mikrometer mit dem finalen

Teleskop möglich ist. Abbildung 108 zeigt, dass die Residuen der x - und y -Komponenten einer Pixelebene des Teleskops 3.3 bzw. 3.4 Mikrometer ist. Bei einer intrinsischen Auflösung von 3 Mikrometer ergibt sich daraus eine Teleskopauflösung um 1.5 Mikrometer.

Zeitprojektionskammer

Ein zentraler Teil des ILD Spurrekonstruktionskonzeptes ist eine Zeitprojektionskammer. Seit mehreren Jahren wird die Technologie einer solchen Kammer in einer internationalen Kollaboration (LCTPC) entwickelt. DESY ist seit Beginn ein wichtiger Teil dieser Gruppe.

Ein besondere Herausforderung für diese Kammer ist die zu erreichende Auflösung, die etwa eine Größenordnung besser sein soll als bisher in großen Kammern erreicht worden ist. Die konventionelle Auslese mit Proportionalkammern ist deshalb keine Option mehr. Stattdessen werden sogenannte *Micro Pattern Gas Detectors* (MPGD) auf ihre Eignung für eine TPC Auslese untersucht. Nachdem für mehrere Jahre Studien an kleinen Prototypen durchgeführt wurden, und damit die Machbarkeit der Auslese demonstriert worden ist, laufen im Moment Entwicklungsarbeiten für einen größeren Prototypen. Mit diesem Gerät, das vom DESY in Kollaboration mit etwa 10 anderen Instituten entwickelt und gebaut wird, soll untersucht werden, wie man eine größere Fläche mit MPGD abdeckt, wie das System sich unter realistischen Bedingungen verhält, und wie gut die erreichbare Auflösung ist.

DESY trägt hierzu einen im Leichtbau gefertigten Feldkäfig bei, baut die Kathode, und ist für die Infrastruktur des Testes zuständig, der ab Sommer 2008 im DESY Teststrahl stattfinden soll.

Die Entwicklung des Feldkäfigs wurde im Jahre 2007 abgeschlossen, und zum Bau an eine externe Firma übergeben. Vorausgegangen waren intensive Diskussionen mit der Firma, um den Bauprozess zu optimieren, und an die Bedürfnisse des Experimentes anzupassen. Mit der Lieferung des Feldkäfigs wird im ersten Quartal 2008 gerechnet. Ein wesentlicher Teil des Feldkäfigs ist eine Leiterfolie, die innen auf den Feldkäfig aufge-

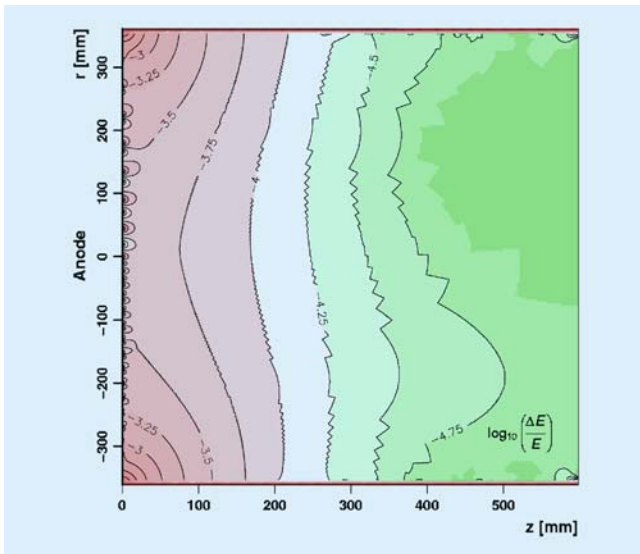


Abbildung 109: Ergebnis der Feldsimulation im Prototyp RPC, unter der Annahme, dass ein Fehler in der Wand aufgetreten ist.

bracht wird. Diese Folie stellt sicher, dass das elektrische Feld im Inneren der Kammer möglichst homogen ist. Ausführliche Simulationsrechnungen wurden durchgeführt, um die Homogenität des Feldes zu verstehen, und auch die Rolle möglicher Ungenauigkeiten im Bau des Feldkäfigs zu verstehen. In Abbildung 109 ist das simulierte Feld in der TPC gezeigt, unter der Annahme, dass eine Inhomogenität in der Wand auftritt.

Die fertige Kammer wird am DESY im Elektronen Teststrahl vermessen werden. Dazu wurde, unterstützt durch das EUDET Programm der Europäischen Union, einer der Strahlen mit einem supraleitenden Magneten (PCMAG) ausgerüstet. Dieser Magnet, der eine Leihgabe vom KEK ist, kann ein Feld von etwas über 1 T erreichen. In Kooperation mit dem CERN wurde das Feld des Magneten präzise vermessen. Ein System von mehreren Hall Probes kam dazu zum Einsatz, die mithilfe einer Mechanik das magnetische Volumen abtasteten.

Die Kontrolle des Testexperimentes benötigt eine leistungsfähige Kontrollsoftware und Auswertesoftware. Gemäss dem international akzeptierten Standard wird das LCIO Datenmodell und Input-output Paket verwendet, um die Daten zu speichern und zur Verarbei-

tung bereitzustellen. Als Kontrollsystem wurde das am DESY entwickelte DOOCS System ausgewählt. Dieses System bietet eine objekt-orientierte Programmierumgebung, die die Auslese einer Vielzahl verschiedener Geräte erlaubt, und hat ein weit entwickeltes graphisches Benutzerinterface, welches einfach konfigurierbar ist. Aufgrund der Client-Server Architektur ist eine Verbindung zur LCIO basierenden Datenverarbeitung einfach möglich. Neben der Auslese von Kontrollgrößen wie Druck, Temperatur und Gaseigenschaften soll dieses System auch zur Kontrolle der Hochspannungen und anderer wichtiger Betriebsparameter verwendet werden.

Physik Studien mit dem ILD Detektor

Für das Physikpotential des ILC sind neben den Parametern des Beschleunigers selbst die Eigenschaften der Experimente von entscheidender Bedeutung. Um die angestrebte Präzision zu erlangen, müssen nicht nur Technologien für die einzelnen Detektorkomponenten vorangetrieben werden, sondern diese auch zu einem optimierten Gesamtkonzept zusammengefügt werden. Im Rahmen des ILD Konzeptes arbeitet DESY intensiv an einer globalen Optimierung des Detektors. Ein wichtiges Ziel dabei war es, die Simulations- und Rekonstruktionssoftware soweit fertig zu stellen, dass eine große Zahl an Ereignissen für den ILD produziert werden kann. Diese Ereignisse werden dann in mehreren Studien eingesetzt, um das Potential des Detektors zu demonstrieren.

Für die eigentliche Detektoroptimierung ist es entscheidend, Messungen, die am später am ILC durchgeführt werden sollen, zu simulieren und die Genauigkeit, die mit den verschiedenen Detektorvarianten zu erzielen ist, zu vergleichen. Dabei müssen die Messungen so ausgewählt werden, dass möglichst alle Detektoraspekte abgedeckt werden. Eine entsprechende Liste von *benchmark*-Prozessen, anhand derer die verschiedenen Konzepte verglichen werden sollen, ist im Laufe des Jahres unter Mitwirkung der DESY-Gruppe erstellt worden.

Neben vielen softwaretechnischen Aufgaben wurde im Jahr 2007 damit begonnen Messungen, die bislang nur mit der parametrisierten Antwort des TESLA-Detektors simuliert wurden, auf die Analyse von Daten aus der Geant-basierten Simulation der neuen Detektorkonzepte vorzubereiten. Erste Ergebnisse einer modellunabhängige Suche nach Dunkler Materie wurden im Juni auf dem LCWS in Hamburg vorgestellt. Desweiteren wurde mit der Analyse von Higgsstrahlung, radiativer Neutralino-Produktion, $\tilde{\tau}$ -Produktion bei kleinen Massendifferenzen sowie der Polarisationsmessung aus W-Paarproduktion begonnen.

Unter Verwendung der schnellen Simulation wurde zusammen mit der Staatlichen Universität Moskau eine Studie von speziellen, dem Photon sehr ähnlichen Teilchen, zum Abschluss gebracht. Es konnte gezeigt werden, dass ein Linearbeschleuniger mit einer Schwerpunktsenergie von 1 TeV in der Lage ist, diese Art von Modellen zu untersuchen. In gleicher Weise wurden Studien zur Suche nach Teilchen, die in Modellen mit extra Dimensionen auftauchen, verfolgt. Hier wurde ein besonderes Augenmerk auf den Vergleich mit entsprechenden Studien am LHC gelegt. Es zeigt sich, dass der ILC hier entscheidende Vorteile gegenüber dem LHC aufweist.

Es ist geplant, im Jahre 2008 diese Analyseaktivitäten weiter auszuweiten.

Software Entwicklungen

Neben der kontinuierlichen Weiterentwicklung des LCIO Datenmodells konzentrierten sich die Arbeiten am DESY in Jahre 2007 darauf, mehr Funktionalität in die Analyseumgebung MARLIN einzubauen, und eine funktionierende Rekonstruktionsskette für simulierte

Daten aufzusetzen. Dies wird sehr wichtig, wenn im Jahre 2008 das ILD Detektorkonzept einer weiteren globalen Optimierung unterzogen werden soll. Hierzu sollen unter wesentlicher Ausnutzung der DESY GRID Infrastruktur große Mengen an Daten simuliert und rekonstruiert werden, die dann von verschiedenen Gruppen für eine Detektoroptimierung verwendet werden.

Deutliche Fortschritte konnten auch in der Bereitstellung verschiedener Rekonstruktionsprogramme gemacht werden. Inzwischen steht im MARLIN Rahmen eine komplette Rekonstruktion zur Verfügung, mit Beiträgen aus mehreren Ländern. Die Rekonstruktion von Sekundärvertices wird mit dem am Rutherford Labor entwickelten ZVTOP Algorithmus durchgeführt. Das ursprünglich für TESLA entwickelte Programm zur Spurerkennung wird von DESY und dem MPI München gewartet und weiterentwickelt. Für die Ereignisrekonstruktion steht PandoraPFA zur Verfügung, welches in Cambridge entwickelt wird. Am DESY wird an einem weiteren Ereignisrekonstruktionsprogramm gearbeitet. Im Jahre 2007 wurde eine detaillierte Photonrekonstruktion fertiggestellt.

Daneben wird der LCIO/MARLIN Rahmen auch für die Aufzeichnung und die Analyse der Daten verwendet, die im HCAL Teststrahlexperiment aufgezeichnet wurden. Hierzu wurde erfolgreich eine Kette etabliert, in der Daten auf dem DESY Grid abgespeichert werden, und damit sehr schnell einer weiten Nutzergemeinschaft zugänglich gemacht werden. Gleichzeitig wurde zum ersten Mal das im Rahmen von MARLIN bereitgestellte Datenbank System zur Abspeicherung von Kontrolldaten im großen Stil eingesetzt. Trotz einiger anfänglichen Schwierigkeiten konnten damit mehrere hundert Millionen Daten erfolgreich aufgezeichnet werden.