

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

**BMBF - Förderschwerpunkt**  
Struktur und Wechselwirkung  
fundamentaler Teilchen

Schlussbericht

**Erforschung und Entwicklung neuer Methoden und Konzepte für die Messung hadronischer Energien am ILC**

Zuwendungsempfänger:	Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg
Projektleitung:	Prof. Dr. H.-Ch. Schultz-Coulon
E-Mail:	coulon@kip.uni-heidelberg.de
Förderkennzeichen:	05HS6VH1
Förderzeitraum:	01.07.2006 – 30.06.2009
Zuwendung:	105.660,00 EUR
Projektträger:	Projektträger DESY

Genutzte Großgeräte:	Detektorentwicklung - Hochenergiephysik
Veröffentlichungen:	2
Konferenzbeiträge:	6
Diplomarbeiten:	1
Dissertationen:	0
Habilitationen:	0
Patente:	0

Dieser Bericht wurde beim Projektträger über einen individuellen Online-Zugang vom Projektleiter eingereicht und am 04.01.2010 für eine Veröffentlichung freigegeben.

## Schlussbericht

### *Erforschung und Entwicklung neuer Methoden und Konzepte für die Messung hadronischer Energien am ILC*

Zuwendungsempfänger: Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg

Projektleitung: Prof. Dr. Hans-Christian Schultz-Coulon

## Zusammenfassung

Ziel des Vorhabens waren Forschung und Entwicklung für ein 'Imaging'-Kalorimeter im Rahmen der CALICE Kollaboration. Das Kirchhoff-Institut für Physik (KIP) der Universität Heidelberg war dabei speziell an den Forschungsarbeiten für den hadronischen Teil eines solchen Kalorimeters beteiligt. In Rahmen dieser Forschungsarbeiten wurde am DESY bereits 2006 ein 1m<sup>3</sup>-Prototyp für ein hoch-granulares Hadron-Kalorimeter (HCAL) gebaut, das aus einer 38-lagigen Sampling-Struktur mit alternierenden Lagen aus szintillierenden Kacheln und Stahl als Absorbermaterial besteht. Die einzelnen Szintillatorkacheln werden dabei über Wellenlängenschieber mit Hilfe von Silizium-Photomultipliern (SiPMs) ausgelesen. Der HCAL-Prototyp wurde im Verlauf der letzten Förderperiode in mehreren Teststrahlperioden intensiv getestet und für die Aufnahme hoch-granularer Schauerdaten eingesetzt. Das KIP hat sich 2007, 2008 und 2009 am Teststrahlbetrieb und der Analyse von Schauerdaten beteiligt; bei den Teststrahlmessungen am Fermilab im Jahr 2008 übernahm ein Heidelberger Doktorand zentrale Verantwortung für die Datennahme. Im Bereich der Analyse hat sich Heidelberg bisher vor allem der SiPM-Kalibration des HCAL-Prototypen gewidmet. Dabei wurde ein Verfahren zur Korrektur der Temperaturabhängigkeiten von SiPM-Verstärkungsfaktoren entwickelt.

Zu den im Förderantrag genannten Schwerpunkten der geplanten Heidelberger Forschungsarbeiten gehörte auch die Untersuchung und Charakterisierung neuartiger Silizium-Photodetektoren. Entsprechend wurde im Verlauf der Förderperiode ein Testlabor zur Vermessung von SiPM-Eigenschaften eingerichtet. SiPM-Verstärkungsfaktoren (Gains), Dunkelraten und das Rauschverhalten von Photosensoren können bestimmt werden. Photon-Detektionseffizienzen können absolut und als Funktion der Wellenlänge des einfallenden Lichts gemessen werden. Die Möglichkeit Pixel von Silizium-Photodetektoren einzeln zu beleuchten erlaubt zudem Untersuchungen zur Pixel-Uniformität sowie Studien zum Cross-Talk.

Seit Anfang 2008 ist die Heidelberger KIP-Gruppe außerdem an der Entwicklung von Ausleseelektronik für das HCAL-Projekt beteiligt. Ein in Orsay für die SiPM-Auslese entwickelter ASIC-Chip (SPIROC) wurde am DESY unter Beteiligung des Heidelberger Kirchhoff-Instituts intensiv getestet. Dabei hat sich herausgestellt, dass das Signal-zu-Rauschverhältnis des SPIROC-Chips für neuere SiPM-Modelle – mit im Vergleich zu den im HCAL-Prototyp verwendeten Sensoren typischerweise niedrigeren Verstärkungsfaktoren – nicht optimal ist. Entsprechend arbeitet die Heidelberger Gruppe jetzt an der Entwicklung eines optimierten Auslesechips. Diese Forschungsarbeiten finden in enger Zusammenarbeit mit dem LAL in Orsay und dem DESY statt.