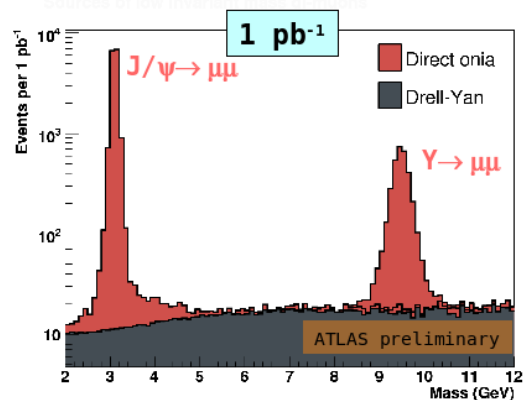
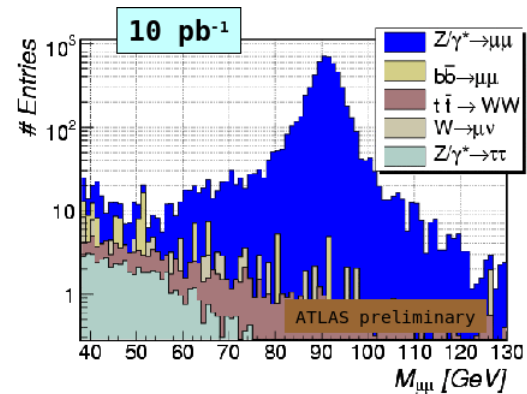
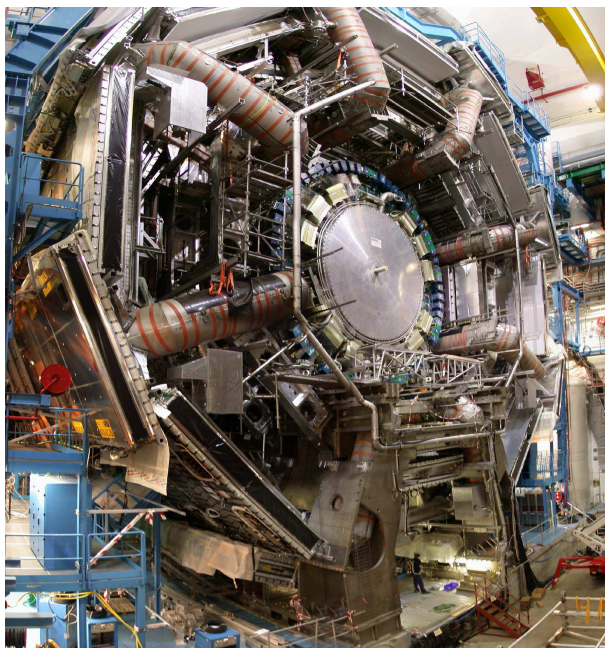


Bachelor Arbeiten 2009

in experimenteller Elementarteilchenphysik

am Lehrstuhl Schaile



1 Ausbildungsprogramm

Wir bieten im Sommersemester 2009 ein integriertes Programm, das Ihnen einen vielseitigen Einblick in die Arbeiten der experimentellen Elementarteilchenphysik gibt. Im Zentrum des Programms stehen Arbeiten mit direktem Bezug zu Forschungsthemen des ATLAS Experiments am Large Hadron Collider des internationalen Forschungszentrums CERN in Genf. Wir möchten Ihnen hierbei Einblicke geben in

- physikalische Ziele bei LHC und Analysemethoden
- Detektorkonzepte und Entwicklung neuer Detektorkomponenten
- Grid-Computing als innovative Technologie der LHC Datenverarbeitung

Elemente unseres Programms sind

- Wahlpflichtlehrveranstaltung des Moduls V für Bachelor Studenten (3+1 SWS, 6 ECTS Punkte): ‘Advanced Course in Particle Physics for Bachelor Students’

Teil I: Datenanalyse in der Teilchenphysik

Dieser Kurs ist eine grundlegende Einführung zur Darstellung und statistischen Auswertung experimenteller Daten, zur Modellierung elementarer Teilchenreaktionen, zur Simulation von Detektoren und des Teilchennachweises und zur Rekonstruktion der Primärreaktion aus einem komplexen Ereignismuster.

Die Teilnahme am Teil I dieses Kurses (20.4.-24.4. ganztägig) ist **verpflichtend** für alle Bachelor Studenten in der Experimentellen Elementarteilchenphysik

Teil II: Vertiefungsvorlesung Teilchenphysik

Teil II vertieft die Konzepte der Elementarteilchenphysik und des experimentellen Nachweises spezieller Ereignistopologien. Vorlesung und Übungen mit 3 SWS wöchentlich finden begleitend zur 10-wöchigen Bachelor Arbeit statt. Die Teilnahme am Teil II dieses Kurses wird allen Bachelor Studenten in der Experimentellen Elementarteilchenphysik **empfohlen**.

Die Teilnahme an einer Klausur zu Teil I und Teil II des Kurses ist Voraussetzung für den Erwerb von 6 ECTS Punkten im Bereich der Wahlpflichtveranstaltungen des Moduls V.

- Physikalisches Seminar: Moderne Aspekte der Teilchenphysik
Dieses Seminar findet wöchentlich begleitend zur Bachelor Arbeit statt. Die Teilnahme am Seminar wird allen Bachelor Studenten in der Experimentellen Elementarteilchenphysik **empfohlen**, Voraussetzung für den Erwerb von 3 ECTS Punkten ist ein Referat.
- Eine betreute Bachelor Arbeit (12 ECTS Punkte, **27.4.-5.7.**) mit aktuellem Bezug zu unseren Forschungsarbeiten zu einem der nachfolgend aufgeführten Themen.

Weiterhin haben Sie bei uns in Garching die Möglichkeit an einem breiten Spektrum wissenschaftlicher Veranstaltungen in unserem Forschungsumfeld im Rahmen des ‘BMBF Forschungsschwerpunkts FSP-101 ATLAS’, des Exzellenzclusters ‘Origin and Structure of the Universe’, des Maier-Leibnitz-Laboratoriums und des Kolloquiums der ‘Munich Particle Physics School’ teilzunehmen.

Ansprechpersonen: Wenn Sie Fragen zum Programm haben, oder wenn Sie sich bei der Auswahl der 3 angebotenen Themenbereiche beraten lassen wollen, wenden Sie sich bitte an

Prof. Dr. Otmar Biebel (Otmar.Biebel@physik.uni-muenchen.de)
Prof. Dr. Dorothee Schaile (Dorothee.Schaile@physik.uni-muenchen.de)

Wenn Sie Interesse an oder Fragen zu einem spezifischen Thema haben, wenden Sie sich bitte direkt an die angegebene Kontaktpersonen (email: Vorname.Nachnahme@physik.uni-muenchen.de)

2 Themenkatalog für Bachelor Arbeiten

2.1 Datenanalyse

2.1.1 Bestimmung des Untergrundes für Ereignissignaturen mit Leptonen

Für den Nachweis des Higgs-Teilchens oder Hinweise auf Physik jenseits des Standardmodells am LHC sind insbesondere Ereignissignaturen mit Leptonen von Bedeutung. Dabei ist der Untergrund aus hadronischen Jets, die fälschlicherweise als Leptonen rekonstruiert werden zu bestimmen. Mit Hilfe von Simulationsdaten wird die Wahrscheinlichkeit hierfür als Funktion der rekonstruierten Eigenschaften der Jets parametrisiert, um somit den Untergrund aus gewöhnlichen Standardmodell-Streuereignissen zu bestimmen.

Kontakt: Dr. Marie-Helene Genest, Dr. Thomas Nunnemann, Dr. Cedric Serfon

2.1.2 Bestimmung des Wirkungsquerschnittes für die Produktion von Z-Bosonen bei ATLAS

Die Produktion von Z-Bosonen am LHC mit anschliessendem Zerfall in Elektron- bzw. Myonpaaren wird mit Hilfe von Simulationsdaten des ATLAS-Experiments untersucht. Bei der Bestimmung des Produktionswirkungsquerschnittes ist die genaue Kenntnis der Effizienzen für die Datennahme, Rekonstruktion und Identifikation der Leptonen von entscheidender Bedeutung.

Kontakt: Dr. Johannes Elmsheuser, Dr. Cristina Galea, Dr. Thomas Nunnemann

2.1.3 Entwicklung und Validierung einer Methode zur Bestimmung der Identifikationseffizienzen für Leptonen aus Ereignissen mit rekonstruierten Z-Boson

Die leptonischen Zerfälle des Z-Bosons bieten ein ideales Kalibrationssignal, um die Effizienzen der einzelnen Schritte zwischen Strahlkollision und Lepton-Rekonstruktion zu bestimmen. Hierbei benutzt man das eine Lepton aus dem Z-Zerfall als Marker (*tag*), das andere als Sonde (*probe*).

Kontakt: Dr. Thomas Nunnemann

2.1.4 Ereignistopologien in einem supersymmetrischen GUT Modell

Ziel dieser Arbeit ist die Untersuchung der Ereignistopologien in einem neueren SUSY GUT Modell, das sich von bisherigen durch eine Aufweichung der Bedingungen an der GUT Vereinigungsskala

unterscheidet. Hierbei sollen auffälligen Signaturen (z.B. Anzahl und Transversalimpuls von Jets und Leptonen oder fehlende transversale Energie) charakterisiert werden, die eine Entdeckung möglich machen.

Kontakt: Dr. Marie-Helene Genest

2.1.5 Kalibration des ATLAS Detektors am LHC mit kosmischen Myonen

Hierbei geht es um die Analyse erster echter Daten des ATLAS Experiments (kosmische Myonen). Diese Daten ermöglichen eine erste Bestimmung von Effizienzen des Myon Systems und der Rekonstruktions-Software und eine Verifikation des Kalibrierungsvorgehens.

Kontakt: Dr. Michiel Sanders

2.1.6 Verbesserung des Praktikumversuchs ‘Analyse von Z0 Zerfällen’

Wir bieten als Praktikumsversuch die Analyse von Z0 Daten des OPAL Detektors am Elektron-Positron-Collider LEP mit einer Bestimmung der Anzahl leichter Neutrinoarten und der Vorwärts-Rückwärts Asymmetrie. Dieser Versuch soll auf ein neueres Statistikpaket (ROOT) umgestellt und danach ausführlich getestet werden.

Kontakt: Dr. Michiel Sanders

2.1.7 Messung der invarianten Masse von Lepton-Paaren

Unterschiede zwischen der gemessenen Verteilung der invarianten Masse von Lepton-Paaren von ihrer Standardmodell Vorhersage können ein Zeichen von Physik jenseits des Standardmodells sein. Es soll untersucht werden, wie die Detektoraufösung berücksichtigt werden muss, um aus den Messgrößen auf die zugrundeliegende Verteilung der invarianten Masse zu schließen.

Kontakt: Dr. Raimund Ströhmer

2.1.8 Einfluss von Fehlbestimmungen des Ladungsvorzeichens von Leptonen auf die Suche nach supersymmetrischen Teilchen

Die Forderung nach zwei Leptonen mit gleichem Ladungsvorzeichen kann in Suchen nach Zerfällen von supersymmetrischen Teilchen Untergrund aus Standardmodell-Prozessen wirkungsvoll unterdrücken. Es soll untersucht werden, wie die Signifikanz des Signals durch Schnitte zur Vermeidung von Fehlbestimmungen des Ladungsvorzeichens optimiert werden kann.

Kontakt: Dr. Raimund Ströhmer

2.1.9 Massenbestimmung des top-Quarks mit ATLAS am LHC

Das top-Quark hat viele Besonderheiten im Vergleich zu den anderen Quarks. Es ist das schwerste Quark, und daher kann seine Masse im Vergleich mit den anderen Quarks mit höchster relativer Präzision bestimmt werden. Hierbei werden ausgefeilte Analysemethoden eingesetzt. Der LHC-Beschleuniger ist eine wahre 'top-Fabrik', die top-Quarks im Sekundentakt erzeugt, und daher im Vergleich zu bisherigen Präzisionsmessungen am TeVatron andere experimentelle Vorgehensweisen ermöglicht.

Kontakt: Dr. Raphael Mameghani

2.1.10 Studien zu Vielfach-Wechselwirkungen bei Proton-Proton-Stößen am LHC

Durch die innere Struktur der Protonen, die bei LHC zur Kollision gebracht werden, treten eine Vielzahl unterschiedlicher Wechselwirkungsreaktionen auf. Es findet nicht nur ein harter Stoß zwischen zwei Partonen der Protonen statt, sondern die übrigen Protonbestandteile können ebenfalls kollidieren. Solche Prozesse überlagern sich mit dem harten Stoß und müssen daher absepariert werden, um die Untersuchung des harten Stoßprozesses nicht zu verfälschen. Dazu sind theoretische Modelle in Simulationsprogramme implementiert worden, mit denen die Eigenschaften und die Einflüsse dieser zusätzlichen Kollisionen für das ATLAS-Experiment am LHC im Detail untersucht werden können.

Kontakt: Prof. Dr. Otmar Biebel

2.1.11 Analyse von Streuprozessen mit mehreren Jets im Endzustand

Streuprozesse, in denen über die starke Wechselwirkung eine Vielzahl von hadronischen Jets entstehen, liefern Ereignissignaturen, die ähnlich auch bei der Produktion von supersymmetrischen Teilchen entstehen können. Mit Hilfe eines Ereignisgenerators werden diese Multi-Jet-Ereignisse studiert und ihre Rate bestimmt.

Kontakt: Prof. Dr. Otmar Biebel, Dr. Raphael Mameghani, Dr. Thomas Nunnemann, Dr. Michiel Sanders

2.2 R&D zum Teilchennachweis

2.2.1 Gasstudien zur Verbesserung des Verhaltens der ATLAS Driftdetektoren bei erhöhten Untergrundraten

Verschiedene Gasmischungen mit einer linearen Orts-Driftzeit Beziehung sollen in Hinsicht auf ihr Verhalten bei erhöhten Raten von Gamma- oder Neutronenuntergrund untersucht werden. Die Präzisions-Driftdetektoren des ATLAS Myonspektrometers werden derzeit mit einem Zählgas mit niedriger Elektron-Driftgeschwindigkeit betrieben, dessen Driftzeit-Driftradius Beziehung stark nichtlinear ist. Letzteres hat als Konsequenz eine unangenehme Veränderung der Driftzeit-Driftradius Beziehung bei verschiedenen Raten von ionisierendem Untergrund. Es sind mehrere Arbeiten geplant, um die Signalformen und das Verhalten der Driftzeit-Driftradius Relation bei Gamma und Neutronenuntergrund sowohl experimentell als auch in Computersimulationen zu untersuchen.

Kontakt: Dr. Ralf Hertenberger

2.2.2 Prinzipstudien zum Aufbau eines rezirkulierenden Gassystems

Am ATLAS Experiment wird aus Kostengründen das Gas in den Myondetektoren rezirkulierend wiederverwendet. Man muss die Detektoren im Durchfluss betreiben, da sich die Zusammensetzung des Zählgases sonst im Lauf der Zeit ändern würde und die Messung dadurch stark beeinträchtigt würde. An einem Testvolumen soll mit Hilfe eines Quadrupolmassenspektrometer basierten Gasanalyse-system hier in Garching ein Teststand aufgebaut werden an dem die Einsetzbarkeit von Membranpumpen als Zirkulator getestet werden soll.

Kontakt: Dr. Ralf Hertenberger

2.2.3 Bau eines Triggerhodoskops für Teststrahlungsmessungen

Für eine Teststrahlungsmessung zur Beantwortung von Fragen bei einem Detektorentwicklungsprogramm am CERN soll ein Hodoskop bestehend aus Szintillationszählern als Trigger verwendet werden. Dies erfordert das Austesten geeigneter Szintillationsdetektoren auf ihr Zeitverhalten und ihre Lichtausbeute. Hier in Garching soll das Detektorsystem aufgebaut und ausgetestet werden. Auch soll dessen Verhalten bei Gamma-Untergrund untersucht werden.

Kontakt: Dr. Ralf Hertenberger

2.3 Grid-Computing in der Teilchenphysik

Vorbemerkung: Der hohe Datenfluss, das große Datenvolumen und besondere Anforderungen an die Zugriffsmöglichkeiten bei LHC erfordern ein neues Konzept der Datenverarbeitung, das sogenannte Grid-Computing. Man versteht hierunter eine kohärente Nutzung weltweit verteilter Ressourcen. Da die Physiker bei LHC auf diese Innovation angewiesen sind, kommt ihnen automatisch auch die Vorreiterrolle bei der Umsetzung zu.

Für den Durchschnittsteilchenphysiker sind detaillierte Grid-Kenntnisse nicht erforderlich. Für diesen gibt es ‘Spielregeln’, wie man auf die Daten zugreifen kann, und wie man eine Sequenz von Jobs absetzt, um diese Daten zu verarbeiten. Nachfolgende Themen empfehlen wir Studenten mit sehr guten Programmierkenntnissen (C++, höhere Skriptsprachen wie z.B. Python), die Erfahrungen sammeln möchten, wie man diese in ein wissenschaftliches Projekt einbringen kann.

2.3.1 Verteilte Analyse von ATLAS Daten mit PROOF

Die ‘Parallel ROOT Facility’ (PROOF) erlaubt eine interaktive statistische Analyse von Teilchenphysikdaten verteilt über mehrere Computer oder CPU-Kerne. Dies kann lokal oder im LCG-Grid geschehen. Ziel dieser Analyse ist der Test und die Erweiterung einer bestehenden PROOF Installation am Leibniz-Rechenzentrum München (LRZ) und an der National Analysis Facility (NAF) am DESY Hamburg. Verschiedene Analyseformate und Festplattensysteme, wie z.B. dCache, sollen anhand einer typischen Teilchenphysikanalyse verglichen werden.

Kontakt: Dr. Günter Duceck, Dr. Johannes Elmsheuser

2.3.2 Verteilte Analyse von ATLAS Daten mit Ganga

Ganga ist ein Standardwerkzeug zur Verteilten Analyse von ATLAS Daten im LCG Grid. Das GangaTasks Packet ist eine Erweiterung von Ganga zum automatischen Versenden größerer Sequenzen von Produktionen im Batchbetrieb, sog. Workflows, die zum Beispiel zur Produktion simulierter ATLAS Ereignisse verwendet werden können. Ziel der Arbeit ist die Erweiterung und das Testen einer vorhandenen GangaTasks Implementation anhand eines typischen Workflows für LHC.

Kontakt: Dr. Günter Duceck, Dr. Johannes Elmsheuser

2.3.3 Test der ATLAS Conditions und TAG Datenbanken

Das ATLAS Experiment produziert pro Jahr mehrere Petabyte an echten Daten, für die der Detektorzustand und eine Ereigniszusammenfassung in einer sog. Conditions bzw. TAG Datenbank gespeichert wird. Diese wird an verschiedenen Rechenzentren weltweit verteilt. Rekonstruktionsprogramme greifen auf diese verteilten Datenbanken von verschiedenen Rechenzentren zu. Ziel ist es, die verschiedenen Datenbanken anhand einer typischen Teilchenphysikanalyse zu testen und Verbesserungen vorzuschlagen.

Kontakt: Dr. Günter Duceck, Dr. Johannes Elmsheuser