

Teilchenphysik an der Universität Hamburg:

Hinweise und Empfehlungen zu

Vorlesungen und Diplomarbeiten

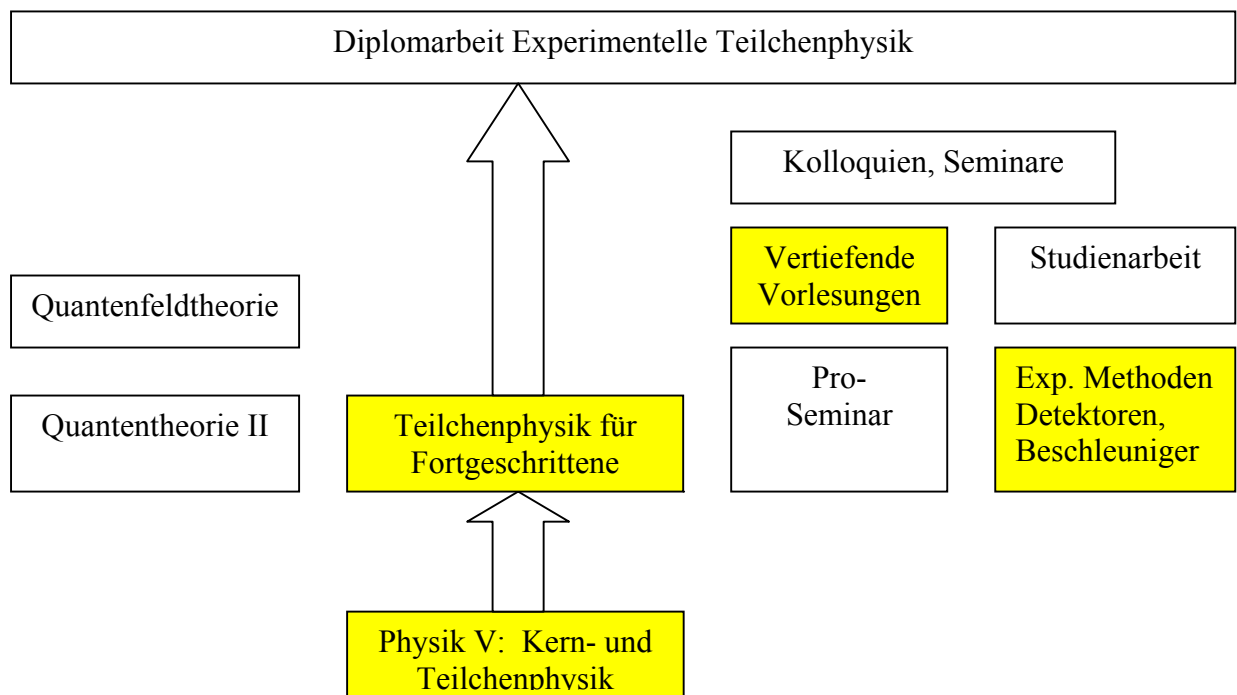
Stand November 2004
Peter Schleper

1. Einleitung

Eines der zentralen Forschungsthemen der Physik an der Universität Hamburg ist die Teilchenphysik. Zur Orientierung interessierter Studentinnen und Studenten wird im Folgenden eine Übersicht und Empfehlungen zu den Lehrveranstaltungen, Voraussetzungen, Prüfungen und Diplomarbeiten in diesem Bereich gegeben. Diese Informationen sind weder rechtsverbindlich noch vollständig, sondern geben lediglich meine Meinung wieder.

2. Lehrveranstaltungen

Beginnend mit dem 5. Semester werden folgende Lehr-Veranstaltungen angeboten:



Im Folgenden bedeutet:

V4= Vorlesung mit 4 Semesterwochenstunden, Ü2= 2-stündige Übung,
LP = Leistungspunkte (nur bei erfolgreicher Teilnahme an der Übung)

Pflicht für alle Studierenden ist lediglich die Veranstaltung

Physik V: Kern und Teilchenphysik (V4,Ü2,LP=8)

Für Studenten mit stärkerem Interesse an Teilchenphysik, für die auch eine Diplomarbeit auf diesem Gebiet in Frage kommt, werden weitere Lehrveranstaltungen angeboten, die alle auf der Vorlesung *Physik V* aufbauen:

Teilchenphysik für Fortgeschrittene (V4,Ü2,LP=8)

Dies ist die zentrale weiterführende Veranstaltung und sollte in jedem Fall besucht werden, wenn Interesse an einer Diplomarbeit in der experimentellen oder theoretischen Teilchenphysik besteht.

Experimentelle Methoden (V2,Ü2,LP= 6)

In diesen Bereich gehören verschiedene Vorlesungen, die mit jedem Semester wechseln können, z.B.

- i) *Experimentelle Methoden der Teilchenphysik* oder
- ii) *Detektoren* oder
- iii) *Beschleuniger*.

Diese Veranstaltungen richten sich vor allem an Interessenten für eine Diplomarbeit in der *experimentellen* Teilchenphysik.

Vertiefende Vorlesungen (V2, Ü2, LP=6)

Gemeint sind weiterführende Vorlesungen, die in jedem Semester wechseln können. Beispiele aus den letzten Jahren sind

- i) *Astroteilchenphysik* oder
- ii) *Kern- und Neutrinophysik* oder
- iii) *Experimente zu Grenzen und Erweiterungen des Standardmodells*.

In der Regel werden auch aktuelle Forschungsthemen der Teilchenphysik behandelt.

Proseminar (LP=4)

Ein Proseminar gehört zu den Pflichtveranstaltungen des Hauptstudiums. Die Themen der Proseminare wechseln häufig. Relevante Beispiele der letzten Jahre sind

- i) *Schlüsselexperimente der Teilchenphysik* oder
- ii) *Entdeckungen und Nobelpreise in der Teilchenphysik*.

Als Voraussetzung reicht in der Regel die Vorlesung *Physik V*.

Studienarbeit (LP=12)

Alternativ zu einer Hälfte des Fortgeschrittenen Praktikums (Teil Kern und Teilchenphysik) kann in einer Forschungsgruppe eine Studienarbeit angefertigt werden. Es soll dabei ein aktuelles Forschungsthema bearbeitet werden. Es empfiehlt sich hierzu frühzeitig Kontakt mit einer Forschungsgruppe aufzunehmen.

Kolloquien, Seminare

Das wichtigste Kolloquium mit eingeladenen Sprechern zur Teilchenphysik ist das DESY Seminar im Hörsaal des DESY. Gelegentlich werden Vorträge auch in der

Jungiusstrasse gehalten. Seminare, hauptsächlich für Diplomanden und Doktoranden, finden in allen Arbeitsgruppen gesondert statt.

Quantentheorie II und Quantenfeldtheorie (V4, Ü2, LP=10)

Dies sind die wichtigsten Vorlesung zur Theorie der Elementarteilchen. Sie werden in der Regel bei Diplomarbeiten in der theoretischen Teilchenphysik vorausgesetzt. Für experimentell Interessierte ist vor allem die Quantenfeldtheorie eine sinnvolle Ergänzung.

3. Voraussetzungen

Voraussetzung für alle Veranstaltungen zur Teilchenphysik ist Quantenphysik, also die Veranstaltungen Physik III und möglichst auch Theoretische Quantenmechanik. Von Vorteil ist auch eine gute Kenntnis der speziellen Relativitätstheorie.

4. Leistungspunkte und Prüfungen

Für die Zulassung zu den Hauptdiplomprüfungen in **Experimentalphysik** und im **Wahlfach Physikalischer Richtung** werden als Nachweis für eine erfolgreiche Teilnahme an Lehrveranstaltungen jeweils 24 Leistungspunkte (16SWS) benötigt. Die Prüfungen selber umfassen dann jeweils einen Teilbereich hiervon.

Benötigt werden von den Veranstaltungen zur Teilchenphysik:

- 1) Für die Zulassung zur Prüfung in **Experimentalphysik**:
8 LP (=Leistungspunkte) aus der Vorlesung *Physik V: Kern- und Teilchenphysik* (sowie je 8 LP für Physik IV und Physik VI.)
- 2) Für die Zulassung zur Prüfung im **Wahlfach Physikalischer Richtung**:
Wenn die Prüfung im Bereich Teilchenphysik angestrebt wird, so müssen 24 LP aus den oben genannten Veranstaltungen erworben werden.
Beispiele für sinnvolle Kombinationen sind:

Wahlfach Physikalischer Richtung	SWS	LP	A	B	C	D
Teilchenphysik für Fortgeschrittene	6	8	x	x	x	x
Experimentelle Methoden (z.B. Detektoren)	4	jeweils ~ 6	x	x		x
Vertiefende Vorlesungen, z.B. Physik jenseits des Standard Modells, Astroteilchenphysik, Kern und Neutrinophysik	4	jeweils ~ 6		x	x	
Beschleuniger I	4	~ 6				x
Beschleuniger II	4	~ 6				x
Quantenfeldtheorie	6	10	x		x	

Kombination A, B und C eignen sich gleichermaßen als Vorbereitung für eine spätere Diplomarbeit in der experimentellen Teilchenphysik. Kombination C ist vor allem geeignet bei Interesse an Beschleunigern.

Die Prüfung im Wahlfach Physikalischer Richtung soll typisch Veranstaltungen von ca. 8-10 SWS umfassen. Der Inhalt ist mit dem jeweiligen Prüfer abzusprechen.

Bitte beachten: In jedem Fall ist es ratsam, mehrere Monate vor einer Prüfung persönlichen Kontakt mit dem Prüfer aufzunehmen, um den Stoffumfang, Literaturhinweise und mögliche Termschwierigkeiten zu besprechen.

5. Diplomarbeiten in experimenteller Teilchenphysik

Die Diplomarbeit sollte krönender Abschluss des Studiums sein. In der experimentellen Teilchenphysik gibt es in der Regel eine große Bandbreite an Themen und Arbeitsmethoden, wobei sich das Angebot je nach Stand des gewählten Experiments (Planung, Aufbau, Datennahme, Auswertung) stark unterscheidet.

- Bei Planung und Aufbau eines Experiments werden in der Regel mehr apparative Arbeiten angeboten, z.B. Entwicklung und Test neuer Prototypen von Detektoren, Aufbau und Inbetriebnahme von Detektorkomponenten, Testmessungen mit Teilchenstrahlen, analoge und digitale Elektronik. Fast immer spielen Rechner – gesteuerte Datennahmesysteme eine wichtige Rolle.
- Während der Datennahme kommen Kalibration von Detektorkomponenten anhand von Testdaten und realen Daten hinzu.
- Die Auswertung der Experimente basiert auf der detaillierten Rekonstruktion und Simulation von Teilchenreaktionen mittels großer Softwarepakete, die zum Teil zur Verfügung stehen oder selbst erstellt werden müssen. Diese Arbeiten sind zum Teil apparativ und zum Teil im Grenzgebiet zwischen Experimentalphysik und Theoretischer Physik angesiedelt.

Charakteristisch für alle Experimente der Teilchenphysik sind große, internationale Kollaborationen, in denen die Arbeit gemeinsam organisiert und Ergebnisse ausgetauscht werden. Schon mit einer Diplomarbeit kann daher sinnvoll zum Erfolg wissenschaftlicher Spitzenforschung und zu fundamentalen Erkenntnissen über die Natur beigetragen werden. Dies und die internationalen Großforschungslaboratorien machen den besonderen Flair der Teilchenphysik aus.

Die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Diplomarbeit sind:

- Einsatzwille und Spaß bei der Arbeit.
- Der in den Lehrveranstaltungen angebotene Stoff.
- Teamwork ! in der eigenen Arbeitsgruppe und im Gesamt-Experiment.

Häufig sind Software-Kenntnisse (C, C++, ...) von Vorteil, können bei Bedarf aber auch während der Diplomarbeit erworben werden.

Kontakte zu Professoren und Arbeitsgruppen sind am einfachsten durch Vorlesungen, Proseminare, das Fortgeschrittenen-Praktikum, den Orientierungseinheiten zu Hauptstudium und Diplomarbeit, Studienarbeiten in den Arbeitsgruppen und (gute!) Prüfungen zu bekommen. Jeder Professor bietet außerdem Sprechstunden an und vereinbart sicher auch mit ihm unbekannten Studenten gerne Termine zur Besprechung möglicher Themen.

Die Auswahl einer "guten" Diplomarbeit ist sehr schwierig, da sich die Aktualität und Relevanz eines Themas für Diplomanden nur durch mehrmonatige Einarbeitung abschätzen lässt, wofür keinesfalls Zeit ist. In diesem Punkt muss man sich auf den Dozenten verlassen können. Eine Auswahl der Arbeitsgruppe oder gar des Themas nur anhand einer Internet-Recherche ist keinesfalls ausreichend. Nur der persönliche Kontakt kann auf beiden Seiten zu einer schnellen Entscheidung führen.

Zur Einschränkung der Themen-Vielfalt kann nach folgendem Schema vorgegangen werden. Entscheiden Sie:

- 1) *Grundlagenforschung oder Angewandte Forschung ?*
(persönliche Neigung und Einschätzung persönlicher Fähigkeiten im Vergleich mit anderen Studenten)
- 2) *Teilchenphysik oder Materialphysik (Festkörper- und Atomphysik) oder ... ?*
(Neigung: eine Diplomarbeit ist lang und wird ohne Begeisterung für das Arbeitsgebiet nicht erfolgreich sein können.)
- 3) *Experimentell oder theoretisch ?*
(Neigung und Fähigkeiten, Arbeitsstil)
- 4) *Arbeitsgruppe und konkretes Thema ?*
(Ziel des Experiments, Qualität der Arbeitsgruppe, Arbeitsklima, Sympathie)

Zur Zeit gibt es folgende Arbeitsgruppen in der Experimentellen Teilchenphysik an der Universität Hamburg:

CMS am LHC, CERN ZEUS bei HERA, DESY	Im Aufbau, Start 2007 Im Betrieb Entwicklung von Silizium-Detektoren	Prof. Klanner Prof. Schleper
H1 bei HERA, DESY	Im Betrieb	Prof. Naroska
H.E.S.S. in Namibia	Im Betrieb	Prof. Heinzelmann
OPERA in Italien	Im Aufbau, Start 2007	Prof. Hagner
Linear Collider	In Planung, Start ca. 2015	Prof. Heuer

In keinem Fall sollte die Auswahl des Themas mehr als einen Monat dauern. Oft hilft der erste Eindruck beim Gespräch mit dem Dozenten.

Viel Erfolg,

Peter Schleper