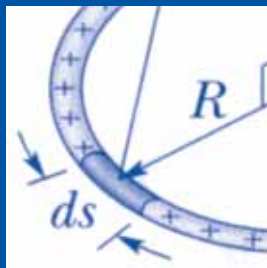
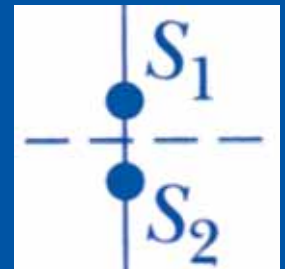
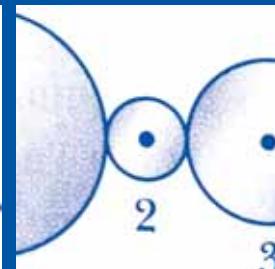




## Wegleitung zum Studium der Physik



Sie stehen am Anfang Ihres Physik-Studiums? **GUT GEWÄHLT!** Eine spannende und abwechslungsreiche Reise liegt vor Ihnen. Diese Wegleitung vermittelt Ihnen **ALLE WICHTIGEN INFORMATIONEN** über Reiseziele, Wegvarianten, Meilensteine, Etappenhalte, Expeditionsmöglichkeiten und viele weitere Rahmenbedingungen.

Das Physik-Team – Professoren, Dozierende und alle Mitarbeitenden unserer beiden Institute – freut sich auf Sie und wünscht Ihnen eine **GUTE REISE**.

## Inhaltsverzeichnis

(Version 23. März 2016)

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>3</b>
1.1	Die Universität Zürich und die Physik-Institute	3
1.2	Was lerne ich im Physikstudium?	3
1.3	Warum an der Universität Zürich Physik studieren?	4
1.4	Verein der Physikstudierenden	5
1.5	Berufsbild	5
1.6	Frauen in der Physik	6
<b>2</b>	<b>Das Physikstudium an der Universität Zürich</b>	<b>7</b>
2.1	Übersicht	7
2.2	Bachelorstudiengang	8
	Pflichtmodule im 1. und 2. Semester	10
2.2.1	Wahlpflicht- und Pflichtmodule im 3. bis 6. Semester	12
2.2.2	Mögliche Wahlmodule im BSc180	14
2.2.3	Belegung der vorlesungsfreien Zeit (vfZ)	16
2.3	Lehrinhalte für die Module des Bachelorstudiengangs Physik	17
2.3.1	Pflichtmodule im 1. - 2. Semester	17
2.3.2	Pflicht- und Wahlpflichtmodule im 3. - 6. Semester	19
2.3.3	Wahlpflichtfächer im 4./6. Semester	22
2.4	Masterstudiengang	24
2.4.1	Physik der kondensierten Materie	27
2.4.2	Elementarteilchenphysik	29
2.4.3	Astrophysik und Kosmologie	32
2.5	Prüfungen und Leistungsnachweise	34
2.6	Nebenfach für Studierende mit Hauptfach Physik	34
2.6.1	Mathematik	35
2.6.2	Astrophysik	35
2.6.3	Chemie	36
2.6.4	Computergestützte Wissenschaften, 60 KP	37
2.6.5	Neuroinformatik, 30 KP	37
2.6.6	NF Simulationen in den Naturwissenschaften, 30 KP	38
2.7	Physik als Nebenfach für Studierende anderer Fachrichtungen	39
2.8	Lehrdiplom für Maturitätsschulen	42
<b>3</b>	<b>Studienplanung</b>	<b>44</b>
3.1	Studiendauer	44
3.2	Persönliche Betreuung, Mentor	44
3.3	Zeitliche Belastung durch das Studium und Nebenbeschäftigung	44
3.4	Forschungspraktika	45

3.5	Militär	45
3.6	Mobilität	45
<b>4</b>	<b>Adressen und Informationsstellen</b>	<b>46</b>
<b>5</b>	<b>Häufige Fragen und Antworten zum Studium an der MNF</b>	<b>47</b>
5.1	In welchen Unterlagen ist das Studium an der MNF geregelt?	47
5.2	Wie ist das Studium aufgebaut? Welche akademischen Grade kann ich erwerben?	47
5.3	Was ist ein Nebenfach?	48
5.4	Wie funktioniert das Kreditpunktesystem?	48
5.4.1	Wieviele Kreditpunkte muss ich erwerben? Welcher Zeitraum steht mir dazu zur Verfügung?	48
5.4.2	Kann ich meine KP beliebig zusammenstellen?	48
5.4.3	Wie erfahre ich meinen Kreditpunktstand?	48
5.5	Wie sind die Studiengänge gegliedert? Was sind Module?	49
5.5.1	Welche Arten von Modulen gibt es?	49
5.5.2	Wer ist für die Module (inkl. allfälliger Prüfungen oder andersgearteter Leistungsnachweise) zuständig?	49
5.5.3	Wie schreibe ich mich für ein Modul ein?	49
5.5.4	Wie erwerbe ich meine Kreditpunkte?	49
5.6	Was sind Modulprüfungen? Wie werden sie durchgeführt?	49
5.6.1	Muss ich mich für die einzelnen Modulprüfungen anmelden? Kann ich mich abmelden?	50
5.6.2	Erhalte ich für jede Modulprüfung eine Einladung?	50
5.6.3	Wann finden die Modulprüfungen statt?	50
5.6.4	Wie und wann erfahre ich die Ergebnisse der Modulprüfungen?	50
5.6.5	Wie steht es mit den Repetitionsmöglichkeiten?	50
5.6.6	Was geschieht, wenn ich einer Prüfung oder einer Repetitionsprüfung fernbleibe? Was habe ich in diesem Fall zu tun?	51
5.6.7	Wie werden die Leistungsnachweise für die Module durchgeführt, für die keine Modulprüfungen vorgesehen sind?	51
5.7	Wie steht es mit der Bachelorarbeit und der Masterarbeit?	51
5.8	Erhalte ich den Bachelor- bzw. den Mastergrad automatisch, wenn ich alle Bedingungen erfüllt habe?	51
5.9	Wie sieht meine Diplomurkunde aus?	52
5.10	Kann ich jedes Semester die Universität wechseln?	52
<b>6</b>	<b>Glossar und Abkürzungen</b>	<b>53</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Die Universität Zürich und die Physik-Institute

Die Universität Zürich wurde im Jahre 1833 gegründet. Sie genießt weltweites Ansehen als Ausbildungs- und Forschungsstätte. Mit etwa 3'500 Dozierenden an insgesamt ca. 140 Instituten, etwa 26'000 Studierenden und 4'000 Studienabschlüssen pro Jahr ist sie zudem die grösste Universität der Schweiz. Die Universität orientiert sich am Prinzip der Einheit von Lehre und Forschung und pflegt alle wissenschaftlichen Fachgebiete der Grundlagenforschung. Sie erbringt aber auch wissenschaftliche Dienstleistungen.

Lehre und Forschung in der Physik haben von Anfang an eine bedeutende Rolle im wissenschaftlichen Leben Zürichs gespielt. Unter den Physik-Professoren an der Universität Zürich finden wir bekannte Namen wie Rudolf Clausius, Max von Laue (Nobelpreis 1914), Albert Einstein (Nobelpreis 1922), Peter Debye (Nobelpreis 1936), Erwin Schrödinger (Nobelpreis 1933), Gregor Wentzel, Walter Heitler, Hans H. Staub und K. Alex Müller (Nobelpreis 1987).

Heute befinden sich das Physik-Institut [www.physik.uzh.ch/](http://www.physik.uzh.ch/) und das Institut für Computergestützte Wissenschaften, [www.ics.uzh.ch/](http://www.ics.uzh.ch/) beide auf dem Campus der Universität Zürich - Irchel. Gegenwärtig sind rund 200 Hauptfachstudierende (inklusive Doktorierende) in Physik eingeschrieben. Zusammen mit Studierenden anderer Fächer (Studierende mit Physik im Nebenfach sowie Studierende der Biologie, Chemie und Medizin) werden sie in der Physik von 20 Professoren und etwa 48 Assistierenden betreut. Im Durchschnitt, beginnen jedes Jahr 40 bis 50 Studierende ein Physikstudium, was eine intensive Betreuung ermöglicht. Eine flexible Studienordnung erlaubt die Anpassung des Studienplans an individuelle Bedürfnisse.

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Physik-Instituts sind in vielen verschiedenen Gebieten der physikalischen Grundlagenforschung aktiv engagiert. Sie umfassen experimentelle und theoretische Elementarteilchenphysik, Magnetismus und Supraleitung, Oberflächenphysik, Bio- und Nanophysik sowie Astrophysik und Kosmologie. Detaillierte Angaben über die Tätigkeiten der einzelnen Forschungsgruppen findet man auf den oben erwähnten Webseiten der Institute.

## 1.2 Was lerne ich im Physikstudium?

Das Studium unseres Faches ist ein guter Einstieg in die Wissenschaft: Physik dient als Grundlage für die meisten naturwissenschaftlichen Fachrichtungen. Wichtigste Voraussetzungen für das Studium sind das Interesse an den grundlegenden Fragen der Natur, Begeisterungsfähigkeit und etwas Begabung. Wir bieten Ihnen eine breite Grundausbildung in experimenteller und theoretischer Physik, die auch praktische Erfahrungen in der Messtechnik, in experimentellen Methoden sowie eine Ausbildung in Mathematik und anwendungsorientierter Informatik umfasst.

Physikerinnen und Physiker werden im Studium nicht nur für die wissenschaftliche Forschung vorbereitet. Sie sind nach dem Studienabschluss auch in der Wirtschaft, in Banken und Versicherungen, als Forschungsmanager oder Patentanwältinnen, in der Telekommunikation und bei Optikfirmen usw. als analytische Systemdenkerinnen und Generalisten sehr gefragt.

### 1.3 Warum an der Universität Zürich Physik studieren?

Die Lehrinhalte eines Studiengangs in Physik sind an allen Hochschulen dieselben. Daher sind für die Wahl des Studienortes vor allem individuelle Kriterien massgebend, wie zum Beispiel:

- Selbständigkeit
- Betreuungssituation und die Anzahl der Mitstudierenden
- Die Gewichtung einzelner Teile des Physikstudiums
- Art der Masterarbeit

In Zürich bieten gleich zwei Hochschulen von internationalem Ruf den Studiengang Physik an: die ETH und die Universität. Die Qualität der Physikausbildungen ist äquivalent und die Abschlüsse sind gleichermassen international anerkannt. Da ein Wechsel der Hochschule während des Studiums möglich ist, kann die Entscheidung auch später erfolgen. Daneben haben Studierende der Universität und der ETH das Recht, ohne weitere Auflagen oder Gebühren alle Veranstaltungen an der jeweils anderen Hochschule zu besuchen und Kreditpunkte zu erwerben. Informationen darüber finden sich unter [www.mnf.uzh.ch/studium/reglemente-merkblaetter/bachelor-master.html](http://www.mnf.uzh.ch/studium/reglemente-merkblaetter/bachelor-master.html).

An der Universität wird die praktische Ausbildung stark betont, indem zum Beispiel eine hohe Selbständigkeit der Studierenden beim Aufbauen, Messen und Analysieren der Experimente in den Praktika gefordert wird. Die Mathematisch-naturwissenschaftliche Fakultät der Universität Zürich führt die Modulprüfungen (in der Regel werden Vorlesungen mit einer Modulprüfung abgeschlossen, siehe Kapitel 5) unabhängig voneinander durch. Dadurch erhalten die Studierenden die Möglichkeit, ihr Studium als Teilzeitstudium zu gestalten. Das Physik-Studium beginnt mit einer relativ umfangreichen phänomenologischen Einführung in den Vorlesungen Physik I - III und es besteht ein obligatorischer Werkstattkurs. Der obligatorische Teil des mathematischen Curriculums entspricht dem international üblichen Umfang. Die Masterarbeit an der Universität dauert etwa 9 Monate. Sie ist eine gute Vorbereitung auf das selbständige wissenschaftliche Arbeiten.

Die Universität legt grossen Wert auf eine breite Bildung der Studierenden. Deshalb ist es möglich ein Nebenfach im Umfang von 30 oder 60 Kreditpunkten zu studieren. Der Umfang des Hauptfachprogramms reduziert sich entsprechend auf 150 bzw. 120 Kreditpunkte. Es ist aber auch möglich, sämtliche 180 Kreditpunkte im Hauptfach zu machen. Ein Nebenfach wird benotet und in die Diplome eingetragen.

Die minimale Studiendauer bis zum Masterabschluss beträgt 9 Semester. Dank der kleinen Zahl Studierender im Hauptfach Physik besteht an der Universität ein sehr gutes Betreuungsverhältnis. Dem selbständigen Arbeiten wird grundsätzlich grosses Gewicht beigemessen.

## 1.4 Verein der Physikstudierenden

Der Fachverein der Physikstudierenden der Uni Zürich (fpu) besteht aus einem Team von Studierenden unterschiedlicher Semester. Die Aufgabe des Fachvereins besteht darin, die Studierenden in ihrem Studium zu unterstützen: Fachlich geschieht das in Form diverser Informationsveranstaltungen (z.B. über die Wahl des Nebenfachs), Patenschaften für Erstsemestrige, einer kleinen Bibliothek im Fachvereinszimmer und dem Verwalten von Prüfungsprotokollen und Adresslisten. Moralische Unterstützung findet in Form von traditionellen Winternachtessen, Kellerparties, sommerlichen Grillabenden und durch eine Kaffeemaschine im Fachvereinszimmer statt. Gleichzeitig versucht der Fachverein, den Informationsaustausch zwischen Studierenden und Professoren der experimentellen und theoretischen Physik zu erleichtern und vertritt allgemeine Anliegen der Studierenden gegenüber höheren Gremien (z.B. bei der Weiterentwicklung der Studienpläne). Das Fachvereinszimmer befindet sich im Y36 J 28 (Bau 36, Stock J, Zimmer 28) und steht allen zum Lernen und Verweilen offen und wird rege frequentiert.

E-mail: [fpu@physik.uzh.ch](mailto:fpu@physik.uzh.ch)

Homepage: [www.fpu.uzh.ch](http://www.fpu.uzh.ch)

## 1.5 Berufsbild

Physikerinnen und Physiker sind in vielen Berufsbereichen einer modernen Gesellschaft anzutreffen. Entsprechend stellt sich das Berufsleben eines Physikers oder einer Physikerin sehr unterschiedlich dar. Man trifft Physikerinnen und Physiker häufig dort, wo es darum geht, komplexe Systeme zu verstehen und zu analysieren. Dabei kann es sich um technische oder Systeme der Natur handeln, um Bereiche des Wirtschaftswesens oder auch des Managements grosser Betriebe.

Verschiedene Untersuchungen haben ergeben, dass etwa die Hälfte aller Physikerinnen und Physiker später in der eigentlichen Forschung arbeiten. Dies geschieht sowohl an Universitäten, staatlichen Forschungszentren wie z.B. dem europäischen CERN in Genf oder den schweizerischen EMPA, EAWAG oder PSI, als auch in Forschungsabteilungen der Industrie. Etwa 30% der Physikerinnen und Physiker arbeiten in der Industrie im Bereich des Managements und der Unternehmensberatung, in der Informatik oder in technischen Entwicklungsbereichen ("High Tech"), etwa 20% sind im Lehrbereich an Hoch- und Mittelschulen tätig.

## 1.6 Frauen in der Physik

Frauen haben während ihres Studiums weder mehr noch weniger Probleme als ihre männlichen Mitstudenten. Man kann teilweise feststellen, dass Männer sich mehr für das Technisch-Experimentelle interessieren, während bei Frauen eher die mathematisch-analytischen Fähigkeiten im Vordergrund stehen. Weil sie sich aus einem echten Interesse für das Fach Physik entschieden und früher teilweise gegen Vorurteile kämpfen mussten, sind viele Frauen in der Physik sehr erfolgreich. Vor einigen Jahren musste man als angehende Physikerin tatsächlich noch mit Widerstand und Vorurteilen umgehen können. In der heutigen Generation der Physikstudierenden sind solche Probleme nicht mehr anzutreffen und der Erfolg im Studium hängt bei Frauen und Männern vielmehr vom eigenen Interesse und dem Willen zur Leistung ab.

Gegenwärtig beträgt bei den Physikstudierenden der Uni Zürich der Anteil der Frauen ca. 21%. Vor dem Jahr 2000 lag er bei 11% und steigt seitdem stetig. Siehe auch das Mentoring-Projekt für Physikerinnen und interessierte Schülerinnen unter <http://www.gleichstellung.uzh.ch/angebote/nachwuchsfoerderung/mentoringdeutschschweiz.html>.



## 2 Das Physikstudium an der Universität Zürich

In dieser Wegleitung sind alle Informationen – auch solche aus übergeordneten Vorschriften – zusammengefasst, die für ein Studium der Physik an der Universität Zürich relevant sind (siehe auch Kapitel 5, Seite 47).

### 2.1 Übersicht

Seit einigen Jahren wird das European Credit Transfer and Accumulation System verwendet (ECTS, bei uns auch Kreditpunktesystem genannt, ECTS credits = Kreditpunkte = KP). Das Studium besteht aus einzelnen, thematisch mehr oder weniger selbständigen Lehreinheiten (Module) mit jeweils eigenem Leistungsnachweis (zum Teil mit Prüfungen und Noten). Der Studienaufbau entspricht dem Bologna-Modell. Die klare Strukturierung fördert und vereinfacht auch die Möglichkeit, einen Teil des Studiums ohne Zeitverlust an einer anderen europäischen Universität zu absolvieren.

Das **Bachelorstudium** dauert 6 Semester, beinhaltet die allgemeine physikalische Grundausbildung und wird mit einer Bachelorarbeit abgeschlossen. Das dabei erworbene Diplom «Bachelor of Science in Physics» (BSc UZH in Physik) eignet sich als Basis für Masterstudiengänge verschiedenster Art. Das Bachelorstudium gibt es in drei Varianten: als Monofach, d.h. sämtliche 180 KP werden in Physik gemacht, oder mit Nebenfach, wobei der Nebenfachumfang entweder 30 oder 60 KP beträgt (das Hauptfach entsprechend 150 oder 120 KP).

Das **Masterstudium** beinhaltet eine Spezialisierung in einem aktuellen Forschungsgebiet und dauert 3 Semester; falls ein Nebenfach gewählt wird, 4. Der Schwerpunkt liegt auf der Masterarbeit in Form einer Forschungsarbeit auf hohem wissenschaftlichem Niveau. Das MSc - Diplom «Master of Science UZH in Physics» (MSc UZH in Physik), ist die berufsbefähigende Qualifikation für akademische physikalische Tätigkeiten und bildet die wissenschaftliche Grundlage für das Lehrdiplom für Maturitätsschulen (Höheres Lehramt, siehe Abschnitt 2.8, Seite 42).

Im Anschluss an den MSc-Abschluss kann mit einer angeleiteten, aber zunehmend selbständigen wissenschaftlichen Forschungsarbeit in etwa 3 bis 4 Jahren der **Doktorgrad**, «Doctor scientiarum naturalium» (Dr.sc.nat. = Ph.D.) erworben werden. Der Ph.D. wird weltweit als Qualifikation für die Befähigung zur selbstständigen Forschung anerkannt.

Daneben besteht auch die Möglichkeit, sich bereits nach dem Bachelorabschluss in Physik neu zu orientieren. Es kann zum Beispiel in einen Masterstudiengang einer anderen Fachrichtung der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät (z.B. Computational Science, Umweltwissenschaften, Computational Biology and Bioinformatics, Neuroinformatics etc., siehe <http://www.mnf.uzh.ch/studium/studierende/studienlehrgaenge.html>) oder an eine andere Universität gewechselt werden.

Den angegebenen Richtstudienzeiten basieren auf einem Vollzeitstudium. Verlängerungen zum Beispiel im Zusammenhang mit Nebenbeschäftigungen sind möglich (siehe Abschnitt 3, Seite 44).

## 2.2 Bachelorstudiengang

Der Studienaufbau bis zum Bachelor-Abschluss (vgl. Abbildung 1) beinhaltet drei Teile:

- Einführende Physikmodule I bis III mit Demonstrationsversuchen und begleitendem Praktikum
- Vertiefung in wichtige Teilgebiete der Experimentalphysik, zum Teil mit Praktikum
- Grundzyklus von Vorlesungen in theoretischer Physik, zum Teil als Wahlpflichtmodule

Vorlesungen zu den mathematischen Grundlagen, Wahlpflicht-/Wahlmodule und entsprechende Proseminare runden die Grundausbildung ab. Während der vorlesungsfreien Zeit (vfZ) werden Blockkurse angeboten, hauptsächlich zu praktischen Themen (z.B. Informatik, mechanische Werkstatt, Elektronik).

Die Richtstudienzeit für den Bachelor beträgt 6 Semester. Es müssen total 180 Punkte erreicht werden. Dabei gibt es drei Varianten: Physik kann im Hauptfach für entweder 180, 150 oder 120 KP studiert werden. Zu den letzten beiden Varianten gehören Nebenfachprogramme im Umfang von entweder 30 oder 60 KP.

Die folgende Tabelle gibt Ihnen einen Überblick darüber, wieviele KP in welchen Programmvarianten mit Pflicht- Wahlpflicht-, Wahlmodulen oder dem Nebenfach gemacht werden müssen:

	BSc180	BSc150	BSc120
Pflichtvorlesungen Physik	146 KP (davon 4 KP aus Proseminaren)	142 KP	110 KP
Wahlpflichtvorlesungen Physik	14 bis 16 KP	8 bis 10 KP aus zwei Wahlpflichtblöcken	10 KP aus zwei Wahlpflichtblöcken
Restliche ECTS	Wahlmodule der gesamten Universität im Umfang von 18 bis 20 KP	Nebenfach für 30 KP	Nebenfach für 60 KP

<sup>1</sup>Nicht angerechnet werden Kurse des Sprachenzentrums.

Den erfolgreichen Absolventen wird das Diplom eines „Bachelor of Science UZH in Physik“ verliehen.

Die Bachelornote wird aus dem mit den Kreditpunkten gewichteten Mittelwert aller benoteten Module gebildet. Die Noten des Hauptfachs Physik und der Nebenfächer werden getrennt ausgewiesen.

## Übersicht über den Studiengang bis zum Bachelordiplom: Monofach bzw. Hauptfach 150 ECTS

1	PHY111 Physik I 11 ECTS	PHY112 Physik I Praktikum 5 ECTS	MAT141 Lin. Algebra für Physikstudierende 5 ECTS	MAT121 Analysis I 9 ECTS	
HS					
			PHY114 Informatik 1 ECTS		
2	PHY121 Physik II 11 ECTS	PHY122 Physik II Praktikum 5 ECTS	PHY125 Scientific Computing 3 ECTS	MAT122 Analysis II 9 ECTS	
FS					
3	PHY131 Physik III 12 ECTS	PHY231 Datenanalyse 3 ECTS	PHY312 Mathematische Methoden der Physik I 6 ECTS	PHY311 Mechanik 8 ECTS	Wahlmodule oder Nebenfach (30 ECTS)
HS					
			PHY113 Werkstatt I 1 ECTS		
4	PHY210 Festkörperphysik 8 ECTS	PHY250 Elektronik 3 ECTS	PHY322 Mathematische Methoden der Physik II 6 ECTS	PHY321 Elektrodynamik 8 ECTS	
FS					
5	PHY211 Kern- und Teilchenphysik I 8 ECTS	PHY291 Proseminar Experimentalphysik 2 ECTS	Wahlpflichtmodul 6/8 ECTS	PHY331 Quantenmechanik I 8 ECTS	
HS					
6	PHY399 Bachelorarbeit 12 ECTS		Wahlpflichtmodul 6/8 ECTS	PHY391 Proseminar Theoretische Physik 2 ECTS	
FS					

HS: Herbstsemester

FS: Frühjahrssemester

vFZ: vorlesungsfreie Zeit

ECTS: ECTS-Punkte (European Credit Transfer System)

## Hauptfach 120 ECTS ("Major/Minor")

1	PHY111 Physik I 11 ECTS	PHY112 Physik I Praktikum 5 ECTS	MAT141 Lin. Algebra für Physikstudierende 5 ECTS	MAT121 Analysis I 9 ECTS	
HS					
				PHY114 Informatik 1 ECTS	
2	PHY121 Physik II 11 ECTS	PHY122 Physik II Praktikum 5 ECTS	PHY125 Scientific Computing 3 ECTS	MAT122 Analysis II 9 ECTS	
FS					
3	PHY131 Physik III 12 ECTS	PHY231 Datenanalyse 3 ECTS	PHY312 Mathematische Methoden der Physik I 6 ECTS	PHY311 Mechanik 8 ECTS	Nebenfach 60 ECTS oder 2x NF 30 ECTS
HS					
4	PHY210 Festkörperphysik 6/8 ECTS (Wahlpflicht)		PHY322 Mathematische Methoden der Physik II 6 ECTS	PHY321 Elektrodynamik 8 ECTS	
FS					
5	PHY211 Kern- und Teilchenphysik I 6/8 ECTS (Wahlpflicht)	PHY291 Proseminar Experimentalphysik 2 ECTS (Wahlpflicht)		PHY331 Quantenmechanik I 8 ECTS (Wahlpflicht)	
HS					
6	PHY399 Bachelorarbeit 12 ECTS		PHY391 Proseminar Theoretische Physik 2 ECTS (Wahlpflicht)	PHY341 Thermodynamik 8 ECTS (Wahlpflicht)	
FS					

HS: Herbstsemester

FS: Frühjahrsemester

vfZ: vorlesungsfreie Zeit

ECTS: ECTS-Punkte (European Credit Transfer System)

## Pflichtmodule im 1. und 2. Semester

Im ersten Studienjahr wird in der mathematischen und physikalischen Grundausbildung der Schwerpunkt auf die Phänomenologie der klassischen Physik gelegt, auch mit dem Ziel, die unterschiedlichen Voraussetzungen auszugleichen, die die Studierenden mitbringen. Die folgenden Module sind Pflichtmodule (PF) in den jeweiligen Programmvarianten (BSc180, BSc150, BSc120):

Sem.	Modul	Präsenzzeiten (SWS bzw. Wochen)				BSc 180	BSc 150	BSc 120	KW* Prüfung	Note	KP
		Vor- lesung	Übun- gen	Prakti- kum	Block- kurs						
1	PHY111 Physik I	6	2			PF	PF	PF	2	ja	11
1	PHY112 Praktikum I			3		PF	PF	PF		ja	5
1	MAT121 Analysis I	4	2			PF	PF	PF	6	ja	9
1	MAT141 Lineare Algebra f.Naturwissensch.	3	1			PF	PF	PF	6	ja	5
vfZ	PHY114 Informatik für Physikstudierende				2	PF	PF	PF		nein	1
2	PHY121 Physik II	6	2			PF	PF	PF	26	ja	11
2	PHY122 Praktikum II			3		PF	PF	PF		ja	5
2	MAT132 Analysis II für Physikstudierende	4	2			PF	PF	PF	27	ja	9
2	PHY125 Scientific Computing	1		2		PF	PF	PF		nein	3

- PHY114: halbtägig
- MAT141 Lineare Algebra für die Naturwissenschaften kann durch MAT111 Lineare Algebra I oder MAT112 Lineare Algebra II ersetzt werden. Studierende mit Nebenfach Mathematik oder mit zweiten Unterrichtsfach Mathematik (im Rahmen der Ausbildung für das Lehrdiplom für Maturitätsschulen) müssen die Vorlesung und MAT112 besuchen.
- Studierende, die von anderen Hochschulen an die UZH wechseln und die Vorlesungen Lineare Algebra und/oder Analysis nicht bestanden haben, gelten als Repetenten für die Pflichtvorlesungen MAT121, MAT122 und MAT141 (und MAT111, MAT112 Lineare Algebra I & II).

\*) Kalenderwoche in der die Erstprüfung stattfindet.

### 2.2.1 Wahlpflicht- und Pflichtmodule im 3. bis 6. Semester

Im zweiten Studienjahr wird in der Physik III eine phänomenologische Einführung in die Quantenmechanik geboten. Ebenfalls im zweiten Studienjahr beginnt die Einführung in die theoretische Physik. Daneben wird die Ausbildung in Mathematik und in einigen praktischen Gebieten nach Wahl vertieft.

Im BSc120 und BSc150 gibt es zwei Wahlpflichtblöcke. In der untenstehenden Tabelle werden diese abgekürzt mit WP1 und WP2. Aus beiden Wahlpflichtblöcken muss je ein Modul absolviert werden. Im BSc180 gibt es nur einen Wahlpflichtblock. Studierende im BSc180 müssen zwei der sechs Wahlpflichtmodule (WP) wählen.

Sem.	Modul	Präsenzzeiten (SWS bzw. Wochen)			BSc 180	BSc 150	BSc 120	KW Prüfung	Note	KP
		Vor- lesung	Übun- gen	Block- kurs						
3	PHY131 Physik III	5	2	3	PF	PF	PF*	2	ja	12
3	PHY231 Datenanalyse	1	2		PF	PF	PF	51	nein	3
3	PHY311 Mechanik	4	2		PF	PF	PF	6	ja	8
3	PHY312 Mathematische Methoden in der Physik I	4	2		PF	PF	PF	51	nein	6
vfZ	PHY 113 Werkstatt I			2	PF	PF	--		nein	1
4	PHY250 Elektronik	2			PF	PF	--	--	nein	3
4	PHY210 Festkörperphysik	3	1	1	PF	PF	WP1	23	ja	8
4	PHY322 Mathematische Methoden in der Physik II	4	2		PF	PF	PF	22	nein	6
4	PHY321 Elektrodynamik	4	2		PF	PF	PF	27	ja	8
5	AST241 Einführung in die Astrophysik	3	1		WP	WP1	--		ja	6
5	PHY211 Kern- u. Teilchenphysik I	3	1	1	PF	PF	WP1	2	ja	8
5	PHY291 Proseminar Experimentalphysik		1		PF	WP2	WP2	--	nein	2
5	PHY331 Quantenmechanik I	3	2		PF	PF	WP1	6	ja	8
6	PHY341 Thermodynamik	3	2		WP	WP1	WP1	ETH	ja	8
6	PHY212 Physik auf der Nanometerskala	3	1	1	WP	WP1	--	26	ja	8
6	PHY213 Kern- und Teilchenphysik II	3	1	1	WP	WP1	--	25	ja	8
6	PHY351 Quantenmechanik II	3	2		WP	WP1	--	26	ja	8
6	PHY352 Kontinuumsmechanik	3	2		WP	WP1	--	25	ja	8
6	PHY391 Proseminar Theoretische Physik		1		PF	WP2	WP2		ja	2
6	PHY399 Bachelorarbeit			9	PF	PF	PF		ja	12

\*Studierende des BSc120 belegen PHY139 Physik III für das Nebenfach. Das Modul PHY139 ist identisch mit dem Modul PHY131 und unterscheidet sich nur durch das fehlende Praktikum. PHY139 und PHY131 entsprechen einander bezüglich Anrechenbarkeit und Fehlversuchen

- PHY113: halbtägig
- Für Details zu den Prüfungen und zu den Leistungsnachweisen für Module ohne Modulprüfung siehe Abschnitt 2.5, Seite 34.
- Zu den experimentellen Modulen gehören Praktikumsversuche, die im Rahmen von Blockkursen in der vfZ durchgeführt werden (Termine siehe S. 16). Die Experimente werden aufgebaut, die Messungen durchgeführt und die Daten ausgewertet. Dabei werden die in PHY231 erworbenen Kenntnisse in Datenanalyse und Fehlerrechnung

vorausgesetzt. Es wird ein schriftlicher Bericht erstellt.

- Studierende, die Mathematik als Nebenfach gewählt haben, können PHY312 und PHY322 auch durch andere Mathematikvorlesungen ersetzen, wobei besonders Funktionentheorie empfohlen wird.
- In den Proseminaren in experimenteller und theoretischer Richtung hält jeder Studierende je einen Vortrag.

## Bachelorarbeit

Die Bachelorarbeit besteht aus aktiver Mitarbeit in einer der Forschungsgruppen in experimenteller oder theoretischer Physik. Das Resultat der Arbeit wird in einem schriftlichen Bericht festgehalten, in einem Seminarvortrag vorgestellt und benotet. Vorschläge für Bachelorarbeiten finden sich auf der Webseite [www.physik.uzh.ch/lectures/bachelormaster/](http://www.physik.uzh.ch/lectures/bachelormaster/). Die Bachelorarbeit sollte im letzten Semester des Bachelorstudiums absolviert werden, da sie für die Einschreibung zu einem weiterführenden Masterstudium vorausgesetzt wird (siehe 2.4).

Der Arbeitsumfang der Bachelorarbeit inklusive Vorbereitungszeit (Literaturstudien und Diskussionen mit den Betreuern) sowie dem Erstellen der Arbeit und des Vortrages entspricht 12 Kreditpunkten (also etwa insgesamt 9 Wochen Vollzeit). Der zeitliche Ablauf wird vor Beginn der Arbeit zusammen mit dem Betreuer besprochen. Da der praktische Teil der Bachelorarbeit meistens aus einer zeitlich zusammenhängenden Arbeit besteht, ist dies bei der Zeitplanung zu berücksichtigen. Der vereinbarte Zeitplan wird mit Angabe des Anfangszeitpunktes und eines verbindlichen Endzeitpunktes schriftlich festgehalten.

(Merkblatt und Anmeldeformular unter: <http://www.physikstudium.uzh.ch/index.php?id=85>).

### 2.2.2 Mögliche Wahlmodule im BSc180

Die für das Total von 180 Punkte fehlenden Kreditpunkte im BSc180 müssen mit Wahlmodulen erreicht werden. Es können Module aus beliebigen Fächern der Uni oder ETH gewählt werden. In der Physik werden unter anderem folgende Module angeboten:

Sem.	Nr.	Titel	Präsenzzeiten (SWS bzw. Wochen)			Prüfungs- periode	Note	KP
			Vor- lesung	Übun- gen	Block- kurs			
vfZ	PHY123	Werkstattkurs II			2		nein	1
vfZ	PHY224	Programmieren in C++			2		nein	1
vfZ	PHY251	Elektronikkurs			2		nein	3
FS/HS	PHY261	Tutorat		6			nein	5
	PHY271	Zusätzliche Praktikumsversuche					nein	2

- PHY123 und PHY224: halbtägig
- PHY261: Leitung von Praktika oder Übungsstunden. Das Mindestpensum entspricht einem Vollpensum (durchschnittlich 6 SWS) während zwei Semestern und muss mindestens zwei inhaltlich unterschiedliche Tätigkeiten umfassen. Voraussetzung: PHY111/PHY121 (Physik I/II) und PHY112/122 (Praktikum I/II).
- PHY271: Es werden in der Regel zwei KP pro erfolgreich abgeschlossenen Versuch vergeben. Die Durchführung der Versuche erfolgt selbständig und ist auch an keinen Termin gebunden.

Die Kurse des Nebenfachs SPIN (Simulationen in den Naturwissenschaften, siehe Kapitel 2.6.6, Seite 38) werden auch als einzelne Wahlmodule empfohlen.

Es werden hier auch überschüssige Punkte aus dem Wahlpflichtblock (Abschnitt 2.3.3) angerechnet.

Kurse des Sprachenzentrums werden nicht als Wahlmodule angerechnet.



**Wahlmodule an der ETH**

Alle UZH-Studierenden, welche an der ETH Leistungskontrollen absolvieren, müssen bei der ETH als "Hörer" (<http://www.rektorat.ethz.ch/students/admission/auditors/external>) registriert sein, die Leistungseinheiten belegen und sich bei Semesterend- resp. Sessionsprüfungen zusätzlich über myStudies ([www.mystudies.ethz.ch](http://www.mystudies.ethz.ch)) zur Prüfung anmelden. Die Resultate werden wie für ETH-Studierende über myStudies mitgeteilt resp. sichtbar sein. Die UZH-Studierenden erhalten zusätzlich zu Beginn des Folgesemesters eine schriftliche Bestätigung zu den abgelegten Leistungskontrollen per Post zugestellt.

### 2.2.3 Belegung der vorlesungsfreien Zeit (vfZ)

Die folgenden Tabellen zeigen die Belegung der Semesterferien durch Blockkurse, Praktika und Modulprüfungen. Einige Kurse werden bei grosser Studierendenzahl an mehreren Daten durchgeführt. Die Daten werden während des vorangehenden Semesters im kommentierten Vorlesungsverzeichnis bekanntgegeben. Die Blockkurse in Werkstatt und Informatik sind selbstständige Module und müssen rechtzeitig gebucht werden.

#### nach dem Herbstsemester (Weihnachten bis Mitte Februar)

Kalenderwoche		2	3	4	5	6	7
<b>1. Semester</b>	Modulprüfung	Physik I				Analysis I / Lin. Alg.	
	Blockkurs		Informatik für Physikstudierende		Informatik für Physikstudierende 1		Informatik für Physikstudierende 2
<b>3. Semester</b>	Modulprüfung	Physik III				Mechanik	
	Blockkurs		Praktikum zu Physik III / Werkstatt I, Kurs 1	Praktikum zu Physik III / Werkstatt I, Kurs 2	Werkstatt I, Kurs 1		Werkstatt I, Kurs 2
<b>5. Semester</b>	Modulprüfung	Kern- und Teilchen			WP: Astrophysik	QM I	
	Blockkurs		Praktikum zu KT	Praktikum zu KT			

#### nach dem Frühlingssemester (Anfang Juni bis Mitte September)

Kalenderwoche		23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
<b>2. Semester</b>	Modulprüfung				Physik II	Analysis II										
	Blockkurs												Program. in C++		Program. in C++	
<b>4. Semester</b>	Modulprüfung	Festkörper											Elektrodynamik			
	Blockkurs		Praktikum zu FK										Werkstatt II		Elektronikkurs / Werkstatt II	
<b>6. Semester</b>	Modulprüfung			WP												
	Blockkurs						Praktikum zu KTII	Praktikum zu KTII								

- WP: Wahlpflichtfach (Kern- und Teilchenphysik II, Physik auf der Nanometerskala, Quantenmechanik II), siehe Abschnitt 2.2.1, Seite 12.
- Die Blockkurse Werkstatt I/II und Informatik für Physikstudierende und Programmieren in C++ dauern zwei Wochen halbtags.

## 2.3 Lehrinhalte für die Module des Bachelorstudiengangs Physik

Der Inhalt der Lehrveranstaltungen ist nicht im Detail festgelegt. Er hängt vom Dozierenden ab und kann, vor allem in höheren Semestern, auch Wünsche von Studierenden berücksichtigen. Die folgenden Stoffpläne stellen daher nur eine Orientierungshilfe dar. Detaillierte Informationen werden semesterweise im kommentierten Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben ([www.vorlesungen.uzh.ch/](http://www.vorlesungen.uzh.ch/)).

### 1.1.1 Pflichtmodule im 1. - 2. Semester

#### Physik I und II (PHY111, PHY121)

Mechanik:

- Kinematik und Dynamik des Massenpunktes
- Dynamik der Punktsysteme und der starren Körper
- Mechanik der Gase und Flüssigkeiten

Thermodynamik:

- Begriffe, Zustandsgleichungen
- Elemente der kinetischen Gastheorie
- Erster und zweiter Hauptsatz der Thermodynamik
- Anwendungen der Hauptsätze

Elektrizität und Magnetismus:

- Elektrostatik, stationäre Ströme
- Magnetfelder, zeitlich variable Ströme
- Maxwell-Gleichungen

Wellenlehre:

- Wellenausbreitung (elastische und elektromagnetische Wellen)
- Brechung, Beugung und Interferenz in der Akustik und der Optik

Vertiefende Themen und Ergänzungen:

- Mathematische Hilfsmittel (Vektorfelder, komplexe Schreibweise)
- Ergänzende Vorlesungsversuche zu Physik I&II
- Vertiefende Themen zu Physik I&II (z.B. Kreisel, Hydrodynamik)
- Spezielle Relativitätstheorie
- Maxwell-Gleichungen in differentieller Form
- Strahlung beschleunigter Ladungen (z.B. Dipol-, Synchrotron-Strahlung)

#### Praktika zu Physik I und II (PHY112, PHY122)

Ausgewählte Experimente mit Verfassen eines Berichtes und Durchführung der Fehlerrechnung :

- Messung physikalischer Grössen und Fehlerrechnung
- Absorption von Strahlung und Radioaktivität
- Bestimmung von mechanischen Grössen und Materialkonstanten
- Mechanische Schwingung und Resonanz

- Dampfdruckkurve von Wasser
- Spezifische Wärme und Adiabatenkoeffizient
- Bestimmung fundamentaler Konstanten
- Wechselstromkreise
- Magnetfeldmessung
- Wellen und Interferenz, optische Abbildungen
- Spektroskopie

### **Scientific Computing (PHY125)**

- Programmieren in Python
- Wesentliche Algorithmen und Programmbibliotheken für lineare Algebra, Differentialgleichungen und Wahrscheinlichkeit/Statistik
- Verschiedene Beispiele aus der Physik

### **Analysis I und II (MAT121, MAT132)**

- Differential- und Integralrechnung für reellwertige Funktionen in einer Variablen
- Zahlensysteme: Vervollständigung von  $\mathbb{Q}$  nach  $\mathbb{R}$ ; komplexe Zahlen
- Folgen und Reihen; Stetigkeit von Funktionen; Folgen und Reihen von Funktionen; Zwischenwertsatz
- Ableitung; lokales Verhalten von Funktionen (Extrema); Mittelwertsätze; Riemann Integral; Hauptsatz; uneigentliche Integrale
- Elementare Funktionen
- Potenzreihen und Taylorentwicklung, Differentialrechnung mehrerer Variablen
- Ableitung von Abbildungen mehrerer Variablen; partielle Ableitungen; Taylorentwicklung; lokales Verhalten einer Abbildung; Konvexität
- Satz über die Umkehrabbildung; Satz über implizite Funktionen; Untermannigfaltigkeiten des  $\mathbb{R}^n$ ; lokale Extrema mit Nebenbedingungen
- Integralrechnung im  $\mathbb{R}^n$ ; Transformationsformel; Längen- und Flächeninhalte
- Vektoranalysis: Vektorfelder, Rotation, Divergenz; Integralsätze von Gauss und Green; Satz von Stokes

### **Lineare Algebra für die Naturwissenschaften (MAT141)**

- Lineare Gleichungssysteme: Gauss'scher Algorithmus
- Matrizen: Rechenregeln; Inverse einer regulären Matrix, symmetrische und unitäre Matrizen
- Determinanten: Definition und Eigenschaften, Zusammenhang mit dem Lösen von Gleichungssystemen
- Vektorräume über den reellen/komplexen Zahlen; Unterraum; Basis; Dimension; normierte Vektorräume, endlich dimensionale Hilberträume (Skalarprodukt)
- Lineare Abbildungen und deren Zusammenhang mit Matrizen; lineare Abbildungen zwischen endlich dimensionalen Hilberträumen; Koordinatentransformation
- Eigenwertprobleme: Eigenwerte, Eigenvektoren; Eigenwertproblem von symmetrischen Matrizen

## Kurse während der vorlesungsfreien Zeit vom 1. - 3. Semester (PHY113 und PHY114)

Werkstatt (PHY113): Feinmechanische Grundausbildung, Bedienung von Werkzeugen, Bohr- und Fräsmaschinen und Drehbänken anhand der Herstellung von kleinen Geräten

Informatik für Physikstudierende (PHY114): Einführung in wichtige Tools für Physikstudierende (Linux, Python, plots)

### 1.1.2 Pflicht- und Wahlpflichtmodule im 3. - 6. Semester

#### Physik III (PHY131)

Strahlungsgesetze:

- Strahlung des schwarzen Körpers
- Wechselwirkung elektromagnetischer Strahlung mit Materie (Teilchen und Welleneffekte): Beugung von Röntgenstrahlung an räumlichen Gittern, Photoelektrischer Effekt, Compton-Effekt, Paarerzeugung und Annihilation

Grundlagen der Quantenmechanik:

- de Broglie-Wellen, Heisenbergsche Unschärferelation, Schrödinger-Gleichung, Erwartungs- und Eigenwerte, Eigenfunktionen
- Einfache Potentialtöpfe, Tunneleffekt
- Wasserstoffatom
- Drehimpuls und magnetische Momente, Feinstruktur, Zeeman-Effekt
- Spin, Fermionen und Bosonen
- Mehrteilchenwellenfunktionen, Pauli Prinzip
- Periodensystem, kovalente Bindung

#### Datenanalyse (PHY231)

- Auswertung von Messergebnissen
- Statistische Verteilungen (Binomial-, Poisson-, Exponential-,  $\chi^2$ -, Lorentz-, 2-dim Gauss-Verteilungen), Korrelationen, Faltung
- Monte-Carlo-Methoden
- Polynomannpassungen und Anpassungen nicht-linearer Funktionen an Messergebnisse
- Methode der kleinsten Quadrate und Maximum-Likelihood-Methode
- Übungen in Python

#### Festkörperphysik (PHY210)

- Struktur der Kristalle: Periodizität, Symmetrieoperationen, Bravais-Gitter, einfache Kristallstruktur, Beugung an Kristallen
- Bindungen in Kristallen: Edelgasbindung, Ionenbindung usw.
- Gitterschwingungen: Phononen
- Spezifische Wärme: Einstein- und Debye-Theorie
- Freies Elektronengas: Energieniveaus und Zustandsdichte, spezifische Wärme, elektrische Leitfähigkeit, Elektronenstreuemechanismen, Wärmeleitfähigkeit der Metalle
- Bändermodell: Quasifreie Elektronen im Kristall, Näherungslösung nahe der Zonengrenze, Klassifizierung der Festkörper nach ihrer Leitfähigkeit, effektive Masse, Defektelektronen

Ausgewählte Themen aus:

- Halbleiter: Eigenleitung Störstellenleitung, Diffusion und Rekombination der La-

- dungsträger, Gleichrichter, Quanten-Hall-Effekt
- Optische Eigenschaften: komplexe Dielektrizitätskonstante, Plasmaoszillationen, Interband-Übergänge, optoelektronische Bauelemente
- Magnetismus: Para- und Diamagnetismus, Ferromagnetismus, Antiferromagnetismus, Spingläser
- Supraleitung: Phänomenologie, Grundzüge der Theorien

### **Kern- und Teilchenphysik I (PHY211)**

- Teilchen und Wechselwirkungen im Standardmodell, Feynmandiagramme
- natürliche Einheiten
- Rutherfordstreuung, differentieller Wirkungsquerschnitt, Mottstreuung und Formfaktor
- Kernmassen, Kernmodelle, Radioaktive Zerfälle, Kernstabilität, Elastische Streuung an Nukleonen
- Wirkungsquerschnitt und relativistische Kinematik
- Tiefinelastische Streuung
- Quarkmodell der Hadronen, Isospin
- Teilchenerzeugung in  $e+e-$ -Kollisionen
- Quarkonia
- Diracgleichung und Feynmanregeln
- Erhaltungssätze
- Schwache Wechselwirkung,
- Elektroschwache Wechselwirkung

### **Elektronik (PHY250)**

- Strom, Spannung, Widerstand
- Halbleiter
- Signale und Systeme
- Analoge Schaltungstechnik
- Sensoren
- Elemente der Digitalelektronik
- Signalübertragung
- Datenakquisitionssysteme

### **Mathematische Methoden in der Physik I und II (PHY312 und PHY322)**

Themengebiet 'Funktionentheorie' (3. Semester)

- Komplexe Zahlen
- analytische Funktionen
- Kurvenintegrale
- Residuen
- Laurent-Entwicklung

Themengebiet 'Höhere Analysis' (3.-4. Semester)

- Entwicklung nach orthogonalen Funktionen
- Fourier-Reihen
- Partielle Differentialgleichungen
- Differentialgleichungen der mathematischen Physik
- Spezielle Funktionen: Kugelflächen, Bessel, Hermite, ...
- Fourier- und Laplace-Transformation

- Distributionen
- Green'sche Funktionen
- Integralgleichungen
- Variationsrechnung

Themengebiet 'Funktionalanalysis' (4. Semester)

- Banach- und Hilbert-Raum
- Lineare Operatoren und Eigenwertprobleme
- Spektraldarstellung von Operatoren

Themengebiet 'Gruppentheorie' (4. Semester)

- Gruppen und ihre Darstellungen

### **Mechanik (PHY311)**

- Kinematik und Dynamik eines Systems von Massenpunkten
- Koordinatentransformationen und bewegte Bezugssysteme
- Erhaltungssätze
- Keplerproblem
- Der starre Körper
- Lagrange'sche Formulierung der Mechanik, Nebenbedingungen
- Variationsprinzipien
- Invarianzeigenschaften und Erhaltungssätze
- Hamiltonsche Bewegungsgleichungen
- Kanonische Transformationen und Hamilton-Jacobische Theorie

### **Elektrodynamik (PHY321)**

- Elektrostatik
- Magnetostatik
- Maxwell-Gleichungen im Vakuum und in makroskopischen Medien
- Relativistische Kinematik
- Erzeugung elektromagnetischer Wellen, Multipolstrahlung
- Reflexion und Brechung elektromagnetischer Wellen, Metalloptik
- Dispersion
- Beugungstheorie

### **Quantenmechanik I (PHY331)**

- Wellenmechanik mit Anwendungen auf einfache Systeme
- Wahrscheinlichkeitsinterpretation, Messprozess und Unbestimmtheitsrelation
- Formale Struktur der Quantenmechanik (verschiedene Formen des Bewegungsgesetzes)
- Spin und Drehimpuls
- Zeitunabhängige Störungstheorie und Anwendungen
- Mehrkörperproblem und identische Teilchen, Anwendungen auf Atom- und Molekülbau
- Quanten-Informationsverarbeitung

### 1.1.3 Wahlpflichtfächer im 4. - 6. Semester

#### Physik der Nanometerskala (PHY212)

Ausgewählte Themen aus:

- Mesoskopische Physik: quantenmechanische Effekte bei Strukturen im Nanometer-Bereich
- Kohärenz von Elektronen
- Effekte einzelner Elementarladungen in elektronischen Bauteilen
- Skalierungsgesetze: Reversibles Computing
- Bildung von kondensierter Materie aus Atomen
- Diffusion und atomare Wechselwirkungen
- Methoden zur direkten Beobachtung und Messung der Wechselwirkung zwischen Atomen
- Grundlagen der Polymer-Physik
- Die DNS als Bio-Polymer
- Molekularbiologische Werkzeuge
- Methoden zur Messung der Eigenschaften einzelner DNS Moleküle
- Elektronen und Ionenstrahlen
- Elektronenoptik und Elektronenmikroskopie
- Charakterisierung und Herstellung von Nanometer-Strukturen, Lithografie
- Technologische Anwendungen, Quantendrähte, Einzel-Elektron Transistor

#### Kern- und Teilchenphysik II (PHY213)

- Die elektroschwache Vereinheitlichung
- Paritätsverletzung in der schwachen Wechselwirkung, Beta-Zerfall des Neutrons
- CP Verletzung
- Eichinvarianz und das Higgs Boson
- Das Standardmodell: Weinberg-Salam Theorie
- Experimentelle Methoden: Beschleuniger, Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, Detektoren
- Neutrinomassen und Mischungen, solare und atmosphärische Neutrinos
- Thermische Geschichte des Universums, primordiale Nukleosynthese
- Elementsynthese in Sternen

#### Einführung in die Astrophysik (AST241)

- Gravitationskonstante
- Himmelsmechanik und Chaos
- Schwarzschilds Raumzeit und schwarze Löcher
- Massenskala Chandrasekhars
- Kernfusion in den Sternen
- Hauptreihe der Sterne
- Friedmann-Gleichung und das sich ausdehnende Universum
- Kosmischer Mikrowellenhintergrund



**Thermodynamik (PHY341)**

- Die drei Hauptsätze
- Thermodynamische Potentiale und Gleichgewichtsbedingungen
- Phasengleichgewichte und weitere Anwendungen
- Einführung in die kinetische Gastheorie
- Stosszahlansatz, Boltzmann-Gleichung
- Elementare Transporttheorie
- Irreversibilität

**Quantenmechanik II (PHY351)**

- Streutheorie
- Zeitabhängige Störungstheorie
- Wechselwirkung von Licht und Materie
- Mehrkörperproblem und identische Teilchen
- Atom- und Molekülbau
- Quantenmechanische Vielteilchensysteme
- Quantenstatistik
- Bose-Einstein-Kondensation

**Kontinuumsmechanik (PHY352)**

- Deformations- und Spannungstensor
- Gitterversetzungen und plastische Deformation
- Navier-Stokes-Gleichung
- Dynamik von Wirbeln
- Reynoldszahl
- Prandtl'sche Grenzschicht
- Couette-Strömung und Taylor-Instabilität
- Entwicklung der Turbulenz

## 1.2 Masterstudiengang

Die Masterstudiengänge in Physik an der Universität Zürich (UZH) ermöglichen eine erste Spezialisierung in einem aktuellen Forschungsgebiet. Sie beginnen mit dem Herbstsemester und dauern drei Semester (Regelstudienzeit).

An der UZH werden in der Physik im Wesentlichen drei verschiedene Forschungsbereiche gepflegt: Kondensierte Materie (hauptsächlich experimentell, in den Gruppen Aegerter, Chang, Fink, Osterwalder und Schilling, theoretisch in der Gruppe Neupert), Elementarteilchenphysik (experimentell in den Gruppen Baudis, Canelli, Kilminster und Straumann, theoretisch in den Gruppen Gehrman und Isidori) und Astrophysik und Kosmologie (hauptsächlich theoretisch in den Gruppen Jetzer, Mayer, Moore, Lake und Teyssier). Eine Übersicht über die aktuellen Forschungsarbeiten findet man in den Jahresberichten unter [www.physik.uzh.ch/reports.shtml](http://www.physik.uzh.ch/reports.shtml), und auf den Webseiten der einzelnen Forschungsgruppen: [www.physik.uzh.ch/research.shtml](http://www.physik.uzh.ch/research.shtml) und [www.ics.uzh.ch](http://www.ics.uzh.ch)

Den erfolgreichen Absolventen wird das Diplom eines "Master of Science UZH in Physics" verliehen. Um den Mastergrad zu erlangen, sind 90 Kreditpunkte erforderlich. Die Studiengänge bestehen im ersten und zweiten Semester aus Vorlesungen, Übungen und Praktika im gewählten Spezialgebiet sowie aus einem Wahlbereich.

Der Unterricht in den Masterstudiengängen wird in englischer oder deutscher Sprache abgehalten.

### Übertritt in den Masterstudiengang mit Hauptfachprogramm Physik

Ein «Bachelor of Science UZH in Physik» oder ein Bachelor in Physik einer anderen schweizerischen universitären Hochschule berechtigt automatisch zur Zulassung zum Physik-Masterstudiengang. Bei der Anmeldung zu einem Masterstudiengang müssen alle Pflicht- und Wahlpflichtmodule des Bachelorstudiums (inkl. Bachelorarbeit) abgeschlossen sein.

Abhängig von der gewählten Vertiefungsrichtung, sowie der schon besuchten Module im BSc Studium, müssen gewisse Module belegt werden (siehe weiter unten).

Maximal 30 Kreditpunkte, welche während des Bachelorstudiums erworben wurden, können für das Masterstudium angerechnet werden. Mit der Masterarbeit darf erst nach Abschluss des Bachelorstudiums begonnen werden.

Bachelordiplome ausländischer universitärer Hochschulen werden von der Fakultät individuell beurteilt. Die betreffenden Unterlagen müssen zusammen mit der Bewerbung zur Immatrikulation bei der Kanzlei bzw. bei der Zulassungsstelle für Studierende mit ausländischer Vorbildung eingereicht werden. Je nach Vorbildung werden während des Masterstudiums zusätzliche Studienleistungen verlangt.

### Übertritt vom BSc150 Hauptfach Physik in den konsekutiven Master

Mit einem BSc Abschluss Hauptfach Physik 150 KP ist es ohne Auflagen möglich in den konsekutiven Master überzutreten, falls das belegte Wahlpflichtmodul der gewählten Master-Vertiefung (Kondensierte Materie, Elementarteilchenphysik, Astrophysik / Kosmologie) entstammt. Die Zuordnung ist in der Liste unten gegeben. Falls ein anderes Wahlpflichtfach belegt wurde, wird das entsprechende Modul als Auflage für den Abschluss im Wahlbereich des Masterstudiums gestellt.

Wahlpflichtfächer für die verschiedenen Vertiefungen:

Kondensierte Materie:

-gewähltes Wahlpflichtfach: Physik auf der Nanometerskala (PHY212) oder Thermodynamik (PHY341)

Elementarteilchenphysik:

-gewähltes Wahlpflichtfach: Kern- und Teilchenphysik II (PHY213)

Astrophysik und Kosmologie:

- ohne Auflage bei NF Astrophysik, sonst Introduction to Astrophysics (AST241) als gewähltes Wahlpflichtfach.

### **Übertritt vom BSc120 Hauptfach Physik in den konsekutiven Master**

Bei einem BSc Abschluss Hauptfach Physik 120 KP werden das Gebiet vertiefende Auflagen an den Abschluss gestellt. Diese müssen im Rahmen des Wahlbereichs im Masterprogramm belegt werden. Diese Auflagen unterscheiden sich je nach Master-Vertiefung, wobei davon ausgegangen wird, dass das Wahlpflichtfach im BSc schon der gewählten Vertiefung entspricht. Falls das gewählte Wahlpflichtfach nicht dem in der Liste entspricht, wird auch dieses als Auflage gestellt (die vor Beginn des Masterstudiums zu erfüllen ist).

Wahlpflichtfächer für die verschiedenen Vertiefungen:

Kondensierte Materie:

-gewähltes Wahlpflichtfach: Festkörperphysik (PHY210)

-vertiefende Auflage: Physik auf der Nanometerskala (PHY212) oder Thermodynamik (PHY341)

Elementarteilchenphysik:

-gewähltes Wahlpflichtfach: Kern- und Teilchenphysik I (PHY211)

- vertiefende Auflage: Kern- und Teilchenphysik II (PHY213)

Astrophysik und Kosmologie:

-ohne Auflagen möglich bei NF60/NF30 Astrophysik sonst Auflage Introduction to Astrophysics (AST241)

Zusätzlich zu diesen Auflagen wird bei allen Masterstudierenden das Programm der zu belegenden Module mit dem Betreuer / der Betreuerin der Masterarbeit abgesprochen, was zu anderen Auflagen führen kann.

### **Masterarbeit und dazugehörige Modulprüfung**

Im Zentrum des Masterstudienganges steht die Masterarbeit, die aus einem selbständigen Forschungsbeitrag im Rahmen eines Forschungsprojektes einer der physikalischen Forschungsgruppen unserer Universität besteht. Der Arbeitsumfang für Masterarbeit und Modulprüfungsvorbereitung entspricht 55 Kreditpunkten, wobei die Masterarbeit typischerweise 9 Monate dauert. Die Masterarbeit wird in einem schriftlichen Bericht festgehalten, der benotet wird.

Es können auch Arbeiten in einer externen Forschungsgruppe ausgeführt werden (z.B. in Biomedical Imaging, Medical Physics). Dazu ist ein schriftlicher Antrag mit Arbeitsplan an einen Dozenten der Physik der UZH zu stellen, der bereit sein muss, für die Arbeit die Verantwortung zu übernehmen und die Auswahl der zu besuchenden Vorlesungen festzulegen. Für solche Masterarbeiten kommen jedoch grundsätzlich nur Themen mit physikalischen Fragestellungen in Frage. Eine Masterarbeit in einer externen Forschungsgruppe unterliegt in Bezug auf Dauer, Qualität, Betreuung und Benotung den Anforderungen eines Masterstudienganges in Physik an

der UZH. Die entsprechenden Kreditpunkte gelten deshalb als Kreditpunkte, die in einem Masterstudiengang für Physik an der UZH erworben wurden.

Die Modulprüfung zur Masterarbeit besteht aus zwei Teilen von je etwa 30 Minuten Dauer und wird ebenfalls benotet. Im Rahmen eines öffentlichen Seminarvortrages wird zuerst die Masterarbeit vorgestellt. In einem zweiten, nichtöffentlichen Teil erfolgt eine mündliche Befragung durch mindestens zwei Dozierende. Dieser Teil entspricht 10 der 55 KP der Masterarbeit.

Die Gesamtnote für die Masterarbeit ergibt sich aus dem gewichteten Mittelwert der Noten für den schriftlichen Bericht (2/3) und der Modulprüfung (1/3). Sowohl Masterarbeit als auch Modulprüfung müssen als ausreichend, d.h. mindestens mit 4.0 bewertet werden.

Die Termine für die Masterarbeit und für die dazugehörige Modulprüfung werden in persönlicher Absprache mit dem betreuenden Dozenten festgelegt. Die Anmeldung erfolgt mit den Formularen, die auf der Website [www.physikstudium.uzh.ch/index.php?id=85](http://www.physikstudium.uzh.ch/index.php?id=85) hinterlegt sind.

### **Forschungsseminar**

In allen Masterstudiengängen sind Forschungsseminare zum Thema des gewählten Forschungsgebietes zu besuchen. Die Teilnahme muss vom Organisator des Seminars bestätigt werden. Formulare dazu findet man auf der Webseite [www.physikstudium.uzh.ch/studienberatung/formulare/](http://www.physikstudium.uzh.ch/studienberatung/formulare/).

### **Auswahl der weiteren Vorlesungsmodule**

Abgesehen von der Einhaltung der Vorschriften der einzelnen Masterstudiengänge wird empfohlen, vor der Wahl des Studienprogrammes mit den Forschungsgruppen das Gespräch zu suchen. In speziellen Fällen ist es auch möglich und sinnvoll, nach Absprache mit dem leitenden Professor Module des Masterprogrammes durch spezialisierte Kurse im Bereich des gewählten Forschungsgebietes zu ersetzen.

### **Nebenfach**

Um den Mastertitel in Physik zu erlangen, sind 90 KP erforderlich. Freiwillig kann ein Nebenfach für zusätzlich 30 KP gemacht werden. Siehe Kapitel 2.6, Seite 34.

### **Masternote**

Die Masternote wird aus dem nach Kreditpunkten gewichteten Mittelwert aller benoteten Module des Masterstudienganges gebildet.

### 1.1.1 Physik der kondensierten Materie

Koordinator: Prof. Andreas Schilling

Dieser Masterstudiengang bietet eine vertiefte Ausbildung in experimenteller kondensierter Materie. Das erste Semester setzt sich aus Vorlesungsmodulen mit den entsprechenden begleitenden Übungen und Praktika zusammen. Im zweiten Semester wird die Vorlesungsbelastung reduziert, und es kann bereits mit der Masterarbeit begonnen werden, nachdem in direkter Absprache mit einem/einer der Dozierenden ein sorgfältiges Forschungsproposal dafür verfasst worden ist. Die Masterarbeit ist eine selbständige Forschungsarbeit, dauert etwa 9 Monate (Richtzeit) und wird am Ende des dritten Semesters abgeschlossen.

#### Pflichtmodule

Sem.	Nr.	Titel	Präsenzzeiten			Leistungs-nachweis	Note	KP
			Vor-lesung	Übun-gen	Prak-tika			
1	PHY401	Kondensierte Materie	4	2		Modulprüfung	Ja	10
1 oder 2	PHY403	Proposal für eine Masterarbeit				Bericht	Nein	2
2 und 3	PHY447	Forschungsseminar	1.5			Beteiligung	Nein	2
2 und 3	PHY448	Masterarbeit				Note aus Arbeit (2/3) und Modulprüfung (1/3)	Ja	55

Die für das Total von 90 Punkten fehlenden Kreditpunkte müssen in Wahlpflichtmodulen und Wahlmodulen erarbeitet werden, die von der UZH, der ETHZ oder von anderen Hochschulen angeboten werden können. Die Feststellung der Anrechenbarkeit der gewählten Module, geschieht individuell in Absprache mit dem Koordinator des Masterstudienganges "kondensierte Materie".

#### Wahlpflichtmodule

Aus dem Gebiet der kondensierten Materie müssen mindestens je eine experimentell orientierte Vorlesung mit grundlegendem Inhalt sowie eine theoretisch orientierte Vorlesung gewählt werden.

#### Wahlmodule

Die Kreditpunkte der restlichen Module (Wahlmodule) müssen zu mindestens 2/3 aus Fächern stammen, welche auf das Thema der Masterarbeit abgestimmt sind. Die noch verbleibenden

KP können auch aus allgemeinen Themen stammen, welche einen Bezug zu Physik, Materialwissenschaften oder Messtechnik haben.

### **Inhaltsangaben zu den Pflicht- und Wahlpflichtmodulen**

#### *PHY401 Kondensierte Materie*

Phänomenologie der

- Energiebänder und Fermiflächen
- optischen Eigenschaften
- Supraleitung
- Dielektrika und Ferroelektrika
- Magnetischen Eigenschaften
- Oberflächeneffekte
- Elektronen-Optik und Anwendungen fokussierter Elektronenstrahlen
- Herstellung von Strukturen im Mikro- und Nanometer-Bereich
- Lithografischen Strukturierungsverfahren
- Mesoskopischen Physik

#### *PHY403 Proposal für eine Masterarbeit*

Das Proposal ist vor Beginn der Masterarbeit abzuliefern. Der Umfang soll in der Regel 2-5 Seiten sein und folgende Gliederung aufweisen: Zusammenfassung, Motivation, Stand der bisherigen Forschung, Forschungsplan (inklusive Messmethoden).

#### *PHY447 Forschungsseminar*

Es wird während des zweiten und dritten Semesters der regelmässige Besuch eines Forschungsseminars im thematischen Umfeld der Masterarbeit verlangt. Anstelle eines einzigen Seminars können auch Vorträge aus verschiedenen Seminaren (z.B. aus dem physikalischen Kolloquium) kombiniert werden.

#### *PHY411: Theorie der kondensierten Materie*

- Elektronen und Phononen
- Spektren, Bändertheorie
- Anwendung der Gruppentheorie
- Zweite Quantisierung
- Vielteilchentheorie
- Elektron-Phonon Wechselwirkung
- Supraleitung
- Magnetismus

Eine Auswahl von weiteren Wahlpflicht- und Wahlmodulen finden Sie im kommentierten Vorlesungsverzeichnis unter [www.physikstudium.uzh.ch/index.php?id=vorlesungen](http://www.physikstudium.uzh.ch/index.php?id=vorlesungen), "Physik der kondensierten Materie". Die Anrechenbarkeit anderer, individuell ausgewählter Module ist ebenfalls möglich, sofern dies mit dem Koordinator des Masterstudiengangs abgesprochen ist.

## 1.1.2 Elementarteilchenphysik

Koordinator: Prof. T. Gehrman

Dieser Masterstudiengang bietet eine vertiefte Ausbildung in theoretischer und experimenteller Elementarteilchenphysik. Die Veranstaltungen werden von den Dozierenden der ETH und der Universität Zürich gemeinsam angeboten. Nach einführenden Vorlesungen, Übungen und Praktika schliesst sich eine Masterarbeit im Umfang von etwa 9 Monaten an.

### Pflichtmodule

Sem.	Nr.	Titel	Präsenzzeiten			Leistungs-nachweis	Note	KP
			Vor-lesung	Übun-gen	Prak-tika			
1	PHY451	Phänomenologie I	3	2		Modulprüfung	Ja	10
2	PHY452	Phänomenologie II	2	1		Modulprüfung	Ja	6
2 und 3	PHY497	Forschungsseminar	1.5			Beteiligung	Nein	2
2 und 3	PHY498	Masterarbeit				Note aus Arbeit (2/3) und Modulprüfung (1/3)	Ja	55

### Wahlpflichtmodule

Im Wahlpflichtbereich muss mindestens eines der nachfolgend aufgelisteten Module gewählt werden.

Sem.	Nr.	Titel	Präsenzzeiten			Leistungs-nachweis	Note	KP
			Vor-lesung	Übun-gen	Prak-tika			
1 od. 2	PHY463	Forschungspraktikum			4-6 Wo	Bericht	Ja	6
1	PHY461	Exp. Methoden und Instr.	3	1		Modulprüfung	Ja	6
1	PHY551	Quantenfeldtheorie I	4	2		Modulprüfung	Ja	10
1	PHY568	Flavour Physics	2	2		Modulprüfung	Ja	6
1	AST513	Theoretical Cosmology	4	2		Modulprüfung	Ja	10

2	PHY465	Experimentelle Astroteilchenphysik	2	2		Modulprüfung	Ja	6
2	PHY552	Quantenfeldtheorie II	3	2		Modulprüfung	Ja	8

### Wahlmodule

Die für das Total von 90 Punkten fehlenden Kreditpunkte müssen in Wahlmodulen erarbeitet werden. Dabei können weitere Module des Wahlpflichtblockes gewählt werden. In Spezialvorlesungen werden jedes Jahr wechselnde Gebiete der aktuellen Forschung behandelt. Es können auch Kreditpunkte aus Blockkursen für die Graduiertenausbildung angerechnet werden.

### Inhaltsangaben zu den Pflicht- und Wahlpflichtmodulen

#### *PHY451/452 Phänomenologie der Teilchenphysik I und II*

(wird von Theoretikern und Experimentalisten gemeinsam gelesen)

- Relativistische Kinematik
- Wirkungsquerschnitte und Phasenraum
- Elemente der Quantenelektrodynamik
- Unitäre Symmetrien und QCD
- Elektroschwache Wechselwirkung
- Physik der Flavours
- Grenzen des Standardmodells (GUT und SUSY, etc.)

#### *PHY551 Quantenfeldtheorie I*

- Relativistische Wellengleichungen
- Quantisierung freier Felder
- Renormierung
- Störungstheorie

#### *PHY461 Experimentelle Methoden und Instrumente der Teilchenphysik*

- Physik und Aufbau der Teilchenbeschleuniger
- Grundlagen und Konzepte der Teilchendetektoren
- Spur- und Vertexdetektoren, Kalorimetrie, Teilchenidentifikation
- Spezielle Anwendungen wie Cerenkovdetektoren, Luftschauer, direkte Detektion von dunkler Materie, Emulsionen
- Simulationsmethoden, Ausleseelektronik, Trigger and Datenerfassung
- Beispiele und Schlüsselexperimente

#### *PHY463 Forschungspraktikum*

Das Praktikum dauert 4 bis 6 Wochen und beinhaltet Aufbau, Durchführung und Auswertung eines Experimentes an einem Teilchenstrahl am CERN oder am PSI oder an einem andern Forschungslabor. Es kann sich zum Beispiel um das Praktikum am PSI handeln, bei dem in Gruppenarbeit während dreier Wochen ein Experiment an einem Sekundärstrahl des PSI geplant, aufgebaut und im Schichtbetrieb gemeinsam durchgeführt wird. Anschliessend folgt die Auswertung der Daten und das Erstellen eines Berichtes.

#### *AST513 Theoretical Cosmology*



(siehe unter dem Masterstudiengang Astrophysik und Kosmologie)

*PHY552 Quantenfeldtheorie II*

Fortgeschrittene Themen, zum Beispiel

- Renormierungsgruppe
- Abelsche und nichtabelsche Eichtheorien
- Standardmodell, Higgsmechanismus
- Pfadintegrale

*PHY568 Flavour Physics*

- B-Phänomenologie
- Neutrino-Massen und -Oszillationen
- CP-Verletzung im  $B_s^0$

*PHY497 Forschungsseminar*

Es wird während des zweiten und dritten Semesters der regelmässige Besuch eines der Forschungsseminare der Teilchenphysik verlangt ("Aktuelles aus der Astro- und Teilchenphysik" oder "theoretische Teilchenphysik").

### 1.1.3 Astrophysik und Kosmologie

Koordinator: Prof. B. Moore

Dieser Masterstudiengang bietet eine vertiefte Ausbildung in Astrophysik und Kosmologie. Nach zwei Semestern mit Vorlesungen, Übungen und Praktika schliesst sich eine Masterarbeit im Umfang von etwa 9 Monaten an.

#### Pflichtmodule

Sem.	Nr.	Titel	Präsenzzeiten		Leistungsnachweis	Note	KP
			Vorlesung	Übungen			
1	PHY511	General Relativity	4	2	Modulprüfung	Ja	10
1	AST512	Theoretical Astrophysics	4	2	Modulprüfung	Ja	10
2	AST513	Theoretical Cosmology	4	2	Modulprüfung	Ja	10
2 und 3	AST547	Forschungsseminar	1		Beteiligung	Nein	2
2 und 3	AST548	Masterarbeit			Note aus Arbeit (2/3) und Modulprüfung (1/3)	Ja	55

#### Wahlmodule

Die für das Total von 90 Punkten fehlenden Kreditpunkte müssen in Wahlmodulen erarbeitet werden. Zum Beispiel werden empfohlen: ESC411 Computational Science I, QFT1 (PHY551) oder spezialisierte Astrophysik-Wahlmodule, die jedes Jahr stattfinden (z.B. Stellar Structure and Evolution).

#### Inhaltsangaben zu den Pflichtmodulen

##### *PHY511 General Relativity*

- repetition of special relativity
- principle of equivalence
- motion in the gravitational field, gravitational red-shift
- tensors in Riemann-Space
- covariant derivative, parallel transport
- Riemann tensor, Bianchi-Identities
- Einstein's field equations
- Schwarzschild-solution
- precession of the perihelion, deflection of light
- geodesic precession

- gravitational waves
- black holes
- Friedman-Robertson-Walker universe

*AST512 Theoretical Astrophysics*

- radiative processes in the interstellar medium
- Sternaufbau
- Sternentwicklung
- Supernovae
- Weiße Zwerge
- Neutronensterne
- Schwarze Löcher
- Planet formation

*AST513 Theoretical Cosmology*

- big bang and early universe
- nucleosynthesis
- inflation
- relativistic perturbation theory and growth of structure
- cosmic microwave background and large scale structure
- dark matter and dark energy

*Forschungsseminar*

Während des zweiten und dritten Semesters wird der Besuch von mindestens einem Seminar pro Woche verlangt:

<http://www.ics.uzh.ch/en/seminars/>

## 1.2 Prüfungen und Leistungsnachweise

Das Verfahren und der Ablauf der **Modulprüfungen** sind in der Rahmenordnung und der Studienordnung der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät festgelegt. Die wichtigsten Bestimmungen sind im Abschnitt 5.6 (Seite 49) in dieser Wegleitung wiederholt. Mündliche Prüfungen dauern in der Regel 20 Minuten, schriftliche Prüfungen zwei Stunden. Der/die Modulverantwortliche legt zu Beginn des Semesters die Prüfungsart fest. Verantwortlich für Inhalt und Durchführung der Modulprüfungen ist der entsprechende Dozent, welcher auch allfällige Fragen zu den Modulprüfungen beantworten kann.

Modulprüfungen können bei ungenügender Leistung **repetiert** werden. Die Kalenderwochen der Repetitionsprüfungen im Bachelorstudiengang sind der Studienordnung, der Wegleitung oder dem Vorlesungsverzeichnis zu entnehmen.

Anstelle einer Teilnahme an der Repetitionsprüfung kann auch das ganze Modul wiederholt werden. Bei Modulen, zu deren Leistungsüberprüfung das Lösen von Übungen gehört, müssen auch die Übungen repetiert werden.

Für das Modul PHY131 Physik III und für die Module der Experimentalphysik (PHY210 Festkörperphysik, PHY211 Kern- und Teilchenphysik I, PHY212 Physik auf der Nanometerskala, PHY213 Kern- und Teilchenphysik II) wird die Modulnote aus der Modulprüfungsnote mit Gewicht 3 und der Praktikumsnote mit Gewicht 1 gemittelt. Damit das Modul bestanden ist, muss sowohl die Note der Modulprüfung als auch die Praktikumsnote genügend sein.

Zudem müssen allfällige andere **Leistungsnachweise** erbracht werden (z.B. Übungen lösen). Diese werden von der/m Modulverantwortlichen am Anfang des Semesters festgelegt.

**In Modulen ohne Modulprüfungen** können Leistungsnachweise während den normalen Vorlesungszeiten in Form von benoteten oder unbenoteten Präsenzübungen oder Klausuren stattfinden.

## 1.3 Nebenfach für Studierende mit Hauptfach Physik

Je nach gewählter Hauptfachprogramm-Variante (BSc180, BSc150, BSc120) muss ein Nebenfach gewählt werden. Zum BSc150 gehört ein Nebenfach im Umfang von 30 KP. Zum BSc120 gehört ein Nebenfach im Umfang von 60 KP (zwei Nebenfächer à je 30 KP sind auch möglich). Das Nebenfach kann aus dem Angebot aller an der UZH oder der ETHZ gelehrten Fächern gewählt werden, die in diesem Umfang existieren. Die Nebenfachnote wird aus den nach Kreditpunkten gemittelten Modulnoten der Nebenfachmodule berechnet. Jedes erfolgreich abgeschlossene Nebenfach wird mit Note im Bachelor- oder Masterdiplom eingetragen.

Im Masterstudium kann zusätzlich zum Hauptfachprogramm für 90 KP ein Nebenfach im Umfang von 30 KP gewählt werden. Das Masterstudium wird also mit 120 KP abgeschlossen, wobei sich die Richtstudienzeit um ein Semester verlängert.

Die folgenden Nebenfächer werden für Studierende der Physik besonders empfohlen:

### 1.1.1 Mathematik

Das Nebenfach Mathematik beinhaltet 30 oder 60 Kreditpunkte. Die Pflichtmodule sind MAT111 Lineare Algebra I und MAT112 Lineare Algebra II.

#### Pflichtmodule

Nr.	Titel	Präsenzzeiten (SWS bzw. Wochen)		KW Prüfung	Note	KP
		Vorlesung	Übungen			
MAT112	Lineare Algebra II	4	2	27		9

Für Physikstudierende mit Nebenfach Mathematik können MAT 111 Lineare Algebra I und MAT112 Lineare Algebra II das Pflichtmodul MAT 141 Lineare Algebra für Naturwissenschaften ersetzen. Die fehlenden KP müssen im Hauptfach durch weitere Physikveranstaltungen kompensiert werden.

#### Wahlpflichtmodule

Für das Nebenfach mit 30 KP muss mindestens eine Vorlesung aus dem Wahlpflichtbereich genommen werden, für das Nebenfach mit 60 KP sind es mindestens zwei.

Nr.	Titel	Präsenzzeiten (SWS bzw. Wochen)		KW Prüfung	Note	KP
		Vorlesung	Übungen			
MAT801	Numerik I	4	2	28	Ja	9
MAT221	Analysis III	4	2	6	Ja	9
MAT211	Algebra I	4	2	6	Ja	9
MAT701	Geometrie/Topologie	4	2	6	Ja	9
MAT901	Stochastik	4	2	28	Ja	9

#### Wahlmodule

Weitere Vorlesungen in Mathematik bis 60 Kreditpunkte (NF30: 12 KP, NF60: 33 KP). Es dürfen Vorlesungen des Wahlpflichtbereichs genommen werden, welche noch nicht als Wahlpflichtmodul absolviert wurden.

### 1.1.2 Astrophysik

Ein Nebenfach Astrophysik wird vom Institut für Computergestützte Wissenschaften angeboten und ist nur Studierenden mit Hauptfachprogramm Physik gestattet. Studierenden, die im Master die Vertiefung Astrophysik wählen wollen, wird dieses Nebenfach auf der Bachelor

Stufe sehr empfohlen. Es werden Kenntnisse im Umfang der Module Physik I bis III vorausgesetzt (PHY111, PHY121, PHY131).

Das Nebenfach kann für 30 oder 60 KP studiert werden.

### Nebenfach für 30 KP

#### Pflichtmodule:

Sem.	Nr.	Titel	Präsenzzeiten		KW Prüfung	Note	KP
			Vor- lesung	Übungen			
HS	AST201	Aliens & Planets	2	1	*	*	5
FS	AST241	Einführung Astrophysik	3	1	*	*	6
FS	PHY352	Kontinuumsmechanik	3	2	25	Ja	8
FS oder HS	AST243	Praktikum Comput. Astrophysics			Bericht	*	9
HS	AST291	Proseminar Astrophysik	2		Seminar	Nein	2

\*siehe Vorlesungsverzeichnis

### Nebenfach für 60 KP

#### Pflichtmodule:

Die Pflichtmodule des Nebenfachs 60 sind identisch mit denen des Nebenfachs für 30 KP (Siehe Paragraph vorher: Nebenfach für 30 KP, Pflichtmodule)

#### Wahlpflichtmodule im NF für 60 KP:

Die restlichen 30 KP müssen aus dem folgenden Wahlpflicht Block gewählt werden:

AST512 Theoretical Astrophysics (10 KP)

AST513 Theoretical Cosmology (10 KP)

PHY511 General Relativity (10 KP)

ETHZ Statistical Methods in Cosmology and Astrophysics (6 KP)

ETHZ Cosmological Probes (6 KP)

ETHZ Extrasolar Planets (6 KP)

ETHZ Observational Techniques in Astrophysics (6 KP)

ETHZ Physics of Star and Planet Formation (6 KP)

ETHZ Astrophysics II (10 KP)

## 1.1.3 Chemie

### Chemie für 30 KP

Der Pflichtbereich des Nebenfachs zu 30 ECTS umfasst die Module CHE 170-173 im Umfang von 16 KP. Im Wahlpflichtbereich müssen aus den Vorlesungsmodulen (CHE 201–207, CHE 154/155) mindestens 9 KP erworben werden. Weitere 5 KP des Wahlpflichtbereiches müssen aus den Praktika (CHE 211/213/214) stammen. Als Voraussetzung für den Eintritt in diese

Praktika gilt das erfolgreiche Absolvieren von CHE171/173 bzw. der Nachweis einer äquivalenten Laborausbildung.

### **Chemie für 60 KP**

Der Pflichtbereich des Nebenfachs zu 60 KP umfasst die Module CHE 101/102/111/112 im Umfang von 30 KP sowie das Spektroskopie-Modul (CHE 207, 4 ECTS). Im Wahlpflichtbereich müssen aus den Vorlesungsmodulen (CHE 201–206, CHE 154/155, CHE 303–305) mindestens 21 KP erworben werden. Weitere 5 KP des Wahlpflichtbereiches müssen aus den Praktika (CHE 211/213/214) stammen. Als Voraussetzung für den Eintritt in diese Praktika gilt das erfolgreiche Absolvieren von CHE 111/112 bzw. der Nachweis einer äquivalenter Laborausbildung.

### **1.1.4 Computergestützte Wissenschaften, 60 KP**

Der Nebenfach Computational Science ist transdisziplinär angelegt. Neben der Vermittlung von Kenntnissen in den Basisfächern Angewandte Mathematik, Statistik und Informatik sollen auch Einblicke in verschiedene wichtige Anwendungsfelder des wissenschaftlichen Rechnens gewährt werden. Zwei Anwendungsfelder werden aus folgender Liste ausgewählt:

- 1- Simulationen in den Naturwissenschaften
- 2- Bioinformatik
- 3- Neuroinformatik

#### **Pflichtmodule**

AINF1166 Informatik I (6 KP)

AINF1152 Informatik IIb (6 KP)

ESC391 Proseminar Computational Science (1 KP)

#### **Wahlpflichtmodule**

Mindestens eine der einführenden Statistik/Stochastik Vorlesungen aus dem unten stehenden Block, sowie je 12 KP aus den Wahlpflichtblöcken von zwei der drei Unter-Fächern Neuroinformatik, Bioinformatik oder SPIN.

STA110 Einführung in die Wahrscheinlichkeit (5 KP)

STA111 Stochastische Modellierung (5 KP)

STA120 Einführung in die Statistik (5 KP)

STA121 Statistische Modellierung (5 KP)

Die verbleibenden 18 KP sind aus einer extensiven Liste von Wahlmodulen zu bestimmen, die in der Studienordnung zu finden ist.

### **1.1.5 Neuroinformatik, 30 KP**

Neuroinformatik als Nebenfach bietet die Möglichkeit, neben ausgewählten Vorlesungen und Übungen des Instituts für Neuroinformatik zusätzlich verwandte Vorlesungen, Übungen und Semesterarbeiten anderer Institute und Fakultäten auszuwählen.

#### **Pflichtmodule**

AINF1166 Informatik I (6 KP)

INI415 Systems Neuroscience (6 KP)

ESC391 Proseminar Computational Science (1 KP)

**Wahlpflichtmodule**

Es müssen mindestens 6 KP aus dem Wahlpflichtbereich geholt werden. Die Liste der Wahlpflichtmodule ist in der Studienordnung zu finden.

**Wahlmodule**

Die restlichen KP sind mit Wahlmodulen zu holen. Eine Liste mit vorgeschlagenen Wahlmodulen findet sich in der Studienordnung

**1.1.6 Nebenfach Simulationen in den Naturwissenschaften, 30 KP****Pflichtmodule**

AINF1166 Informatik I (6 KP)

ESC125 Einsatz der Computersimulation 1a (3 KP)

ESC391 Proseminar Computational Science (1 KP)

**Wahlpflichtmodule**

Mindestens 9 KP müssen mit Modulen aus der folgenden Liste geholt werden:

ESC127 Einsatz der Computersimulation 1b (2 KP)

ESC202 Einsatz der Computersimulation II (5 KP)

AST243 Praktikum Computational Astrophysics (9 KP)

ESC401HPC 1a (2 KP)

ESC402b HPC 1b (2 KP)

ESC403 HPC 1c (2 KP)

MAT820 Numerisches Praktikum (3 KP)

MAT012 Introduction to scientific computing (4 KP)



## 1.2 Physik als Nebenfach für Studierende anderer Fachrichtungen

Das folgende Angebot richtet sich an Studierende anderer Fachrichtungen, die Physik als Nebenfach wählen, oder für welche die Physik als Grundlagenfach obligatorisch ist. Weitere Angaben sind der Wegleitung des entsprechenden Hauptfaches zu entnehmen.

Das Nebenfach Physik kann im Umfang von 30 oder 60 KP studiert werden. Zudem gibt es ein konsekutives MSc-Nebenfach für 30 KP. Je nach Hauptfach und bereits vorhandenen Vorkenntnissen in Physik und Mathematik, kann die Modulzusammensetzung variieren.

### Physik als Nebenfach für 30 KP für Studierende fremder Fakultäten:

- MAT182 Analysis für die Naturwissenschaften (6 KP)
- PHY116 Physik I und PHY126 Physik II für Nebenfachstudierende (je 8 KP)
- PHY139 Physik III für Nebenfachstudierende (8 KP)

### Physik als Nebenfach für 30 KP für Studierende der MNF mit einem anderen Hauptfach als Chemie:

- PHY102 Praktikum für Nebenfachstudierende (6 KP)
- PHY116 Physik I und PHY126 Physik II für Nebenfachstudierende (je 8 KP)
- PHY139 Physik III für Nebenfachstudierende (8 KP)

### Physik als Nebenfach für 30 KP für Studierende mit Hauptfach Chemie:

- PHY102 Praktikum für Nebenfachstudierende (6 KP)
- PHY119 und PHY129 Ergänzungen für Nebenfachstudierende Physik I & II (je 3 KP)
- PHY131 Physik II (12 KP)
- Eines der folgenden Wahlpflichtmodule: PHY280, PHY282 oder PHY281 (je 6 KP).

### Physik für 60 KP für Studierende einer anderen Fakultät:

Das Curriculum besteht aus den folgenden Pflichtmodulen:

- PHY116 Physik I für Nebenfachstudierende (8 KP)
- PHY102 Praktikum für Nebenfachstudierende (6 KP)
- MAT182 Analysis für die Naturwissenschaften (6 KP)
- MAT141 Lineare Algebra für die Naturwissenschaften (5 KP)
- PHY126 Physik II für Nebenfachstudierende (8 KP)
- PHY131 Physik III (12 KP)

Die restlichen KP sind aus folgenden Wahlpflichtmodulen zu sammeln:

- PHY114 Informatik für Physikstudierende (1 KP)
- PHY125 Scientific Computing (3 KP)
- PHY231 Datenanalyse (3 KP)
- PHY280 Festkörperphysik ohne Praktikum (6 KP)
- PHY281 Kern- und Teilchenphysik I ohne Praktikum (6 KP)
- PHY282 Physik der Nanometerskala ohne Praktikum (6 KP)

- PHY321 Elektrodynamik (8 KP)
- PHY331 Quantenmechanik I (8 KP)
- PHY341 Thermodynamik (8 KP)
- PHY311 Mechanik (8 KP)

**Physik für 60 KP für Studierende mit Hauptfach Mathematik:**

Das Curriculum besteht aus den folgenden Pflichtmodulen:

- PHY111 Physik I (11 KP)
- PHY102 Praktikum für Nebenfachstudierende (6 KP)
- PHY121 Physik II (11 KP)
- PHY131 Physik III (12 KP)

Die restlichen KP sind aus folgenden Wahlpflichtmodulen zu sammeln:

- PHY114 Informatik für Physikstudierende (1 KP)
- PHY125 Scientific Computing (3 KP)
- PHY231 Datenanalyse (3 KP)
- PHY280 Festkörperphysik ohne Praktikum (6 KP)
- PHY281 Kern- und Teilchenphysik I ohne Praktikum (6 KP)
- PHY282 Physik der Nanometerskala ohne Praktikum (6 KP)
- PHY321 Elektrodynamik (8 KP)
- PHY331 Quantenmechanik I (8 KP)
- PHY341 Thermodynamik (8 KP)
- AST241 Einführung in die Astrophysik (6 KP)
- PHY311 Mechanik (8 KP)

**Physik für 60 KP für Studierende mit Hauptfach Biologie oder Geographie:**

Das Curriculum besteht aus den folgenden Pflichtmodulen:

- MAT141 Lineare Algebra für Naturwissenschaften (5 KP)
- PHY116 Physik I für Nebenfachstudierende (8 KP)
- PHY102 Praktikum für Nebenfachstudierende (6 KP)
- PHY126 Physik II für Nebenfachstudierende (8 KP)
- PHY131 Physik III (12 KP)

Die restlichen KP sind aus folgenden Wahlpflichtmodulen zu sammeln:

- PHY114 Informatik für Physikstudierende (1 KP)
- PHY125 Scientific Computing (3 KP)
- PHY231 Datenanalyse (3 KP)
- PHY280 Festkörperphysik ohne Praktikum (6 KP)
- PHY281 Kern- und Teilchenphysik I ohne Praktikum (6 KP)
- PHY282 Physik der Nanometerskala ohne Praktikum (6 KP)
- AST241 Einführung in die Astrophysik (6 KP)
- PHY321 Elektrodynamik (8 KP)

- PHY331 Quantenmechanik I (8 KP)
- PHY341 Thermodynamik (8 KP)
- PHY311 Mechanik (8 KP)

### **Physik für 60 KP für Studierende mit Hauptfach Chemie:**

Das Curriculum besteht aus den folgenden Pflichtmodulen:

- PHY119 Ergänzungen Physik I für Nebenfachstudierende(3 KP)
- PHY102 Praktikum für Nebenfachstudierende (6 KP)
- PHY129 Ergänzungen Physik II für Nebenfachstudierende (3 KP)
- PHY131 Physik III (12 KP)
- PHY280 Festkörperphysik ohne Praktikum (6 KP)
- PHY312 MMP I (6 KP)
- PHY322 MMP II (6 KP)

Die restlichen KP sind aus folgenden Wahlpflichtmodulen zu sammeln:

- PHY114 Informatik für Physikstudierende (1 KP)
- PHY125 Scientific Computing (3 KP)
- PHY231 Datenanalyse (3 KP)
- PHY281 Kern- und Teilchenphysik I ohne Praktikum (6 KP)
- PHY282 Physik der Nanometerskala ohne Praktikum (6 KP)
- AST241 Einführung in die Astrophysik (6 KP)
- PHY321 Elektrodynamik (8 KP)
- PHY331 Quantenmechanik I (8 KP)
- PHY341 Thermodynamik (8 KP)
- PHY311 Mechanik (8 KP)

Die Module PHY116/126/139 Physik I/II/III für Nebenfachstudierende können jeweils einzeln durch die Module PHY111/121/131 Physik I/II/III für Hauptfachstudierende ersetzt werden.

Es ist in jedem Fall empfohlen, vor der Wahl eines Nebenfachs in Physik mit der Studienberatung Kontakt aufzunehmen.

### **Masternebenfach Physik für 30 KP**

Es besteht die Möglichkeit Physik im Nebenfach im Masterstudium zu studieren. Der Umfang dieses Studiums umfasst 30 KP und das Programm wird je nach Hintergrund des/der Studierenden individuell zusammengestellt.

Dieses Master Nebenfachstudium wird insbesondere Studierenden welche beabsichtigen Physik als zweites Unterrichtsfach im Lehrdiplom zu wählen, stark empfohlen.

### 1.3 Lehrdiplom für Maturitätsschulen

Die Ausbildung zum Lehrdiplom für Maturitätsschulen wird vom Institut für Erziehungswissenschaft angeboten. Die Studiengänge befinden sich in ständiger Überarbeitung, detaillierte und aktuelle Informationen sind erhältlich auf <http://www.ife.uzh.ch/llbm.html>

Dieser Studiengang umfasst 60 Kreditpunkte. Es besteht die Möglichkeit, den Abschluss in einem oder zwei Unterrichtsfächern zu machen (z.B. Physik als 1. Unterrichtsfach und Mathematik als 2. Unterrichtsfach).

Die fachwissenschaftliche Voraussetzung für die Zulassung zum Lehrdiplom für Maturitätsschulen ist ein Masterabschluss in Physik oder ein als gleichwertig anerkannter Abschluss.

Der Studiengang im Überblick:

	Studiengang mit Abschluss in 1 Fach	Studiengang mit Abschluss in 2 Fächern
<b>Erziehungswissenschaften (obligatorisch)</b>	mindestens 16 KP	mindestens 16 KP
<b>Wahlpflicht</b>		
<b>Fachdidaktik im 1. Fach</b> - 3 Pflichtmodule - modulübergreifende Prüfung	mindestens 10 KP	mindestens 10 KP  mindestens 10 KP
<b>Fachdidaktik im 2. Fach</b>		
<b>Berufspraktische Ausbildung im 1. Fach</b> 50 Lektionen (30 + 20)	mindestens 15 KP	mindestens 14 KP
<b>Berufspraktische Ausbildung im 2. Fach</b> 30 Lektionen (20 + 10)		mindestens 7 KP
<b>Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem Fokus</b> Fachwissenschaftliche Veranstaltungen mit Ausrichtung auf die gymnasiale Lehrtätigkeit	12 KP	
<b>Modulübergreifende Prüfung</b> - Erziehungswissenschaften - Fachdidaktik - Berufspraktische Prüfung im 1. Fach - Berufspraktische Prüfung im 2. Fach		

### **Fachwissenschaftliche Vertiefung „Physik“ mit pädagogischem Fokus**

Beim Abschluss in nur einem Schulfach müssen fachwissenschaftliche Veranstaltungen mit Ausrichtung auf die gymnasiale Lehrtätigkeit besucht werden. Folgende Module können dafür angerechnet werden:

- AST 241 Einführung Astrophysik
- PHY 250 Elektronik
- PHY 251 Elektronikkurs
- PHY 261 Tutorat
- PHY 262 Vorlesungsassistenz Physik I
- PHY 263 Vorlesungsassistenz Physik II
- PHY 271 Zusätzliche Praktikumsversuche
- PHY 272 Semesterarbeit
- PHY 291 Proseminar Experimentalphysik
- PHY 391 Proseminar Theoretische Physik

### **Physik als 2. Unterrichtsfach für das Lehrdiplom für Maturitätsschulen**

Der Umfang der Studienleistungen für Physik als 2. Unterrichtsfach für das Höhere Lehramt sind 90 KP. Diese setzen sich inhaltlich aus Modulen zusammen zum Beispiel mit dem BSc-Nebenfach für 60 KP und dem Masternebfach für 30 KP belegt werden.

### **Mathematik als 2. Unterrichtsfach für das Lehrdiplom für Maturitätsschulen**

Mathematik als 2. Unterrichtsfach für Physikerinnen und Physiker setzt Studienleistungen im Umfang von 90 KP voraus. Diese setzen sich in der Regel aus dem BSc-Nebenfach für 60 KP und dem Masternebfach für 30 KP zusammen.

## **2 Studienplanung**

### **2.1 Studiendauer**

Die in dieser Wegleitung angegebene Richtstudienzeit für den Bachelorabschluss beträgt 6 Semester. Wenn die Bachelorarbeit erst in der vorlesungsfreien Zeit im Sommer durchgeführt wird, beträgt die gesamte Studiendauer drei volle Jahre. Bis zum Masterabschluss sind weitere drei Semester vorgesehen, falls kein Nebenfach belegt wird. Ansonsten verlängert sich die Studienzeit des Masters auf 4 Semester.

Die maximal erlaubte Studienzeit für das Bachelor- bzw. das Masterstudium beträgt das Doppelte dieser Richtstudienzeit, vom Beginn des jeweiligen Studiums an gerechnet. Wer innerhalb dieser Frist die Bedingungen für den Erwerb des Bachelor- bzw. Mastergrades nicht erfüllt hat, kann an der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät keinen Abschluss mehr erwerben. Die Fakultät kann auf begründetes Gesuch hin eine längere Studienzeit bewilligen.

Zur sinnvollen Verteilung der Veranstaltungen über eine längere Studienzeit geben die Studienberaterin oder der Studienberater gerne Auskunft.

### **2.2 Persönliche Betreuung, Mentor**

Bei Beginn des Studiums wird jedem Studierenden ein Professor als Mentor zugeteilt. Die Mentoren beraten die Studierenden auf Wunsch in allen Fragen der Physik, des Studiums und der persönlichen Entwicklung bis zum Bachelordiplom. Bitte nehmen Sie nach der Zuteilung selbständig mit Ihrem Mentor Kontakt auf.

### **2.3 Zeitliche Belastung durch das Studium und Nebenbeschäftigung**

Den Richtstudienzeiten im Studienplan liegt ein Vollzeitstudium zu Grunde. Eine hohe Flexibilität der Studienordnung ermöglicht Ihnen im Prinzip, Nebentätigkeiten nachzugehen, falls Sie das wollen oder müssen. Es muss allerdings auch bei einer kleinen Nebenbeschäftigung mit einer entsprechend längeren Studiendauer gerechnet werden.

Zu den meisten Modulen müssen selbständig Übungen gelöst und Praktikumsberichte erstellt werden, was in der Regel mindestens ebenso viel Zeit in Anspruch nimmt wie die Präsenzzeiten. Um den Vorlesungen gut folgen zu können, ist es unumgänglich, den Stoff regelmässig nachzuarbeiten, was im Durchschnitt etwa eine Stunde pro Lektion erfordert.

Auch in den Semesterferien ist eine Nebenbeschäftigung möglich, wobei jedoch die Prüfungszeiten und Blockkurse zu beachten sind (siehe Abschnitt 2.2.3, Seite 16). Es wird dringend empfohlen, die Details mit der Studienberaterin oder dem Studienberater zu besprechen.

## 2.4 Forschungspraktika

Es gibt immer wieder Möglichkeiten für Studierende, in den Labors bei den Forschungsgruppen mitzuarbeiten und so die aktuellen Themen und die Mitarbeiter genauer kennen zu lernen. Am besten erkundigen Sie sich einfach bei den Gruppenleitern oder bei den Studienberatern. Im Weiteren bestehen an den Forschungszentren am CERN (Genf), DESY (Hamburg) und PSI (Villigen, Kanton AG) für Sommerstudierende Programme, die aus praktischer Arbeit und theoretischer Ausbildung bestehen.

## 2.5 Militär

Lehrveranstaltungen während des Semesters, Blockkurse in der vorlesungsfreien Zeit sowie die Termine der Modulprüfungen können sich mit den Rekrutenschulen und weiteren militärischen Ausbildungsdiensten überschneiden. Es wird deshalb empfohlen, diese Dienste vor dem Studienbeginn zu absolvieren. Falls während des Studiums Ausbildungsdienste absolviert werden müssen, soll mit der Studienberaterin oder dem Studienberater Kontakt aufgenommen werden. Abwesenheit wegen Militärdienst kann jedoch in keinem Fall zu Erleichterungen der Bedingungen für die Leistungsnachweise führen.

## 2.6 Mobilität

Im Hochschulbereich wird die studentische Mobilität sowohl durch nationale als auch internationale Projekte und Stipendien stark gefördert. Ein gewisses Mass an Mobilität wird von angehenden Akademikerinnen und Akademikern aufgrund der wachsenden Globalisierung der Wirtschaft und Technik erwartet. Dabei sollten Physikerinnen und Physiker auch die englische Sprache gut beherrschen, da sie ansonsten für das Studium von Fachliteratur zu viel Zeit benötigen und an internationalen Konferenzen (wo praktisch ausschliesslich Englisch gesprochen wird) nicht teilhaben können.

Es wird empfohlen, mindestens ein Semester an einer Universität im Ausland zu studieren, mit dem Ziel, neue Erfahrungen zu sammeln, den Horizont zu erweitern und mit Menschen anderer Kulturkreise zusammenarbeiten zu lernen. Der an einem Mobilitätssemester oder -jahr interessierte Studierende muss sich selbst um einen Studienplatz im Ausland bemühen. Informationen findet man unter anderem auf dem Internet der Universität oder direkt bei offiziellen Mobilitätsstellen (<http://www.int.uzh.ch/in.html>).

### 3 Adressen und Informationsstellen

**Diese Wegleitung:** <http://www.physikstudium.uzh.ch/index.php?id=bachelor>

**Informationen über das Physikstudium:** <http://www.physikstudium.uzh.ch>

**Homepage des Physik-Instituts:** <http://www.physik.uzh.ch>

**Homepage des Instituts für Computerwissenschaften:** <http://www.ics.uzh.ch>

**Postadresse:** Physik-Institut der Universität Zürich, Winterthurerstr. 190, CH-8057 Zürich

#### **Studienberatung:**

Prof. C. Aegerter, Tel. 044 635 58 13, [christof.aegerter@physik.uzh.ch](mailto:christof.aegerter@physik.uzh.ch), Büro 36 K 86

Dr. Simone von Burg Black, Tel. 044 635 58 35, [studium@physik.uzh.ch](mailto:studium@physik.uzh.ch), Büro 27 K 06

Dr. Matthias Hengsberger, Tel. 044 635 4013, [matthias.hengsberger@physik.uzh.ch](mailto:matthias.hengsberger@physik.uzh.ch), Büro 11 G 06.

**Vorlesungsverzeichnis der Universität:** <http://www.vorlesungen.uzh.ch>

#### **Frauen in der Physik:**

«Physik ist mein Fach.» Ein Mentoring-Projekt für Physikerinnen und interessierte Schülerinnen. Mehr dazu unter: <http://www.unibas.ch/phys-mentoring>

**Veranstaltungen der Universität Zürich:** <http://www.agenda.uzh.ch>

**Reglemente und Merkblätter der MNF:** <http://www.mnf.uzh.ch/studium/reglemente-merkblaetter.html>

#### **Studiendekanat für Gesuche und allgemeine Studienfragen:**

<http://www.mnf.uzh.ch/studium/beratung-und-gesuche.html>



## 4 Häufige Fragen und Antworten zum Studium an der MNF

### 4.1 In welchen Unterlagen ist das Studium an der MNF geregelt?

Diese Wegleitung hat informativen Charakter. Allerdings wurden darin alle Regelungen aus den übergeordneten, unten erwähnten Reglementen so weit wiederholt, dass in dieser Wegleitung alle für das Studium relevanten Informationen aufgeführt sind.

Übergeordnete verbindliche Verordnungen sind (siehe [www.mnf.uzh.ch/studium/reglemente-merkblaetter/bachelor-master.html](http://www.mnf.uzh.ch/studium/reglemente-merkblaetter/bachelor-master.html)):

- a) Rahmenordnung für das Studium in den Bachelor- und Masterstudiengängen an der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Zürich.
- b) Studienordnung für das Studium in den Bachelor- und Masterstudiengängen an der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Zürich.
- c) Promotionsordnung.

Die Rahmenordnung enthält die allgemeinen Bestimmungen für das Bachelor- und das Masterstudium. In der Studienordnung werden die Studiengänge inhaltlich beschrieben. Die Promotionsordnung regelt das Promotionsstudium, das aber nicht Gegenstand dieser Wegleitung ist.

Die vorliegende Wegleitung und die erwähnten Reglemente a), b) und c) gelten über einen längeren Zeitraum. Für die aktuellen Informationen erscheint jedes Semester das Vorlesungsverzeichnis auf <http://www.vorlesungen.uzh.ch>, das u.a. detaillierte Angaben zu den Lehrveranstaltungen enthält.

### 4.2 Wie ist das Studium aufgebaut? Welche akademischen Grade kann ich erwerben?

Bei den Studiengängen an der MNF handelt es sich um gestufte Studiengänge. Die erste Stufe führt zum Bachelor-, die zweite, daran anschliessende, zum Mastergrad. Im Bachelorstudium wird Ihnen solides Grundlagenwissen und die Fähigkeit zu methodisch-wissenschaftlichem Denken vermittelt. Ein anschliessendes Masterstudium vermittelt Ihnen eine vertiefte wissenschaftliche Ausbildung und die Fähigkeit zum selbstständigen wissenschaftlichen Arbeiten.

Das Bachelorstudium dient dabei als Scharnier zur weiteren Ausbildung in einem Masterstudium, sei es im selben Fach an der eigenen oder an einer anderen Universität, oder sei es in einem anderen Fach. Die Studienordnung legt fest, unter welchen Bedingungen ein Fachwechsel zwischen dem Bachelor- und dem Masterstudiengang möglich ist.

Als dritte Stufe können Sie im Anschluss an das Masterstudium ein Promotionsstudium aufnehmen, sofern eine Betreuerin oder ein Betreuer sich bereit erklärt, ein Dissertationsprojekt zu leiten. Während eines Promotionsstudiums in Physik wird in der Regel eine finanzielle Unterstützung gewährleistet.

Der Mastergrad ist auch die fachliche Grundlage für das Lehrdiplom für Maturitätsschulen (ehemals Diplom für das höhere Lehramt Mittelschulen).

### 4.3 Was ist ein Nebenfach?

Ein Nebenfach ist ein vom Hauptfach verschiedenes Fach, dessen Umfang entweder 30 oder 60 Kreditpunkte (siehe folgenden Abschnitt) beträgt. Es wird in der Bachelor- bzw. Master-Diplomurkunde ausgewiesen.

### 4.4 Wie funktioniert das Kreditpunktesystem?

Alle Studiengänge werden nach dem Prinzip des Kreditpunktesystems (ECTS = European Credit Transfer and Accumulation System) durchgeführt. Bei diesem System werden für alle Leistungen aufgrund eines Leistungsnachweises Kreditpunkte (KP) vergeben. Dabei gelten folgende Grundsätze:

- Keine Punkte ohne Leistungsnachweis.
- Ein Kreditpunkt entspricht einem mittleren Arbeitsaufwand von 30 Stunden. In dieser Zeit sind Präsenzzeit und die Zeit für selbständige Arbeit (Nacharbeiten von Vorlesungsstunden, Lösen von Aufgaben, Schreiben von Praktikumsberichten, Prüfungsvorbereitung usw.) eingeschlossen.
- Die Arbeitsleistung für ein Semester Vollzeitstudium (einschliesslich der vorlesungsfreien Zeit) entspricht 30 KP.

#### 4.4.1 Wieviele Kreditpunkte muss ich erwerben? Welcher Zeitraum steht mir dazu zur Verfügung?

Für die Erteilung des Bachelorgrades sind total 180 KP, für die Erteilung des Mastergrades weitere 90 KP (oder 120 KP) erforderlich. Dies bedeutet, dass das Bachelorstudium in der Regel sechs, das Masterstudium weitere drei (bzw. 4) Semester dauert (Richtstudienzeit).

Die maximale Studienzeit für das Bachelor- bzw. das Masterstudium beträgt das Doppelte der Richtstudienzeit, vom Beginn des jeweiligen Studiums an gerechnet. Wer innerhalb dieser Frist die Bedingungen für den Erwerb des Bachelor- bzw. Mastergrades nicht erfüllt hat, kann an der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät keinen Abschluss mehr erwerben. Die Fakultät kann auf begründetes Gesuch hin längere Studienzeiten bewilligen.

Dadurch ist es insbesondere für Teilzeitstudierende möglich, die Zahl der Semester auf maximal das Doppelte der Richtstudienzeit zu vergrössern. Mit etwas Anstrengung können umgekehrt in gewissen Fällen die erforderlichen Kreditpunkte auch in kürzerer Zeit erworben werden.

#### 4.4.2 Kann ich meine Kreditpunkte beliebig zusammenstellen?

Nein. Kreditpunkte können nicht mit beliebigen Lehrveranstaltungen erworben werden. Diese Wegleitung bzw. die Studienordnung gibt Auskunft darüber, inwiefern Lehrveranstaltungen obligatorisch sind und wo Wahlmöglichkeiten bestehen. In Abschnitt 5.5, Seite 49 finden Sie weitere Informationen zu diesem Thema.

#### 4.4.3 Wie erfahre ich meinen Kreditpunktstand?

Sie erhalten einmal pro Semester eine Aufstellung über die bisher erworbenen KP und soweit erteilt, die erzielten Noten. Sie sind verpflichtet, allfällige Unstimmigkeiten innert vier Wochen dem Studiendekanat zu melden.

## 4.5 Wie sind die Studiengänge gegliedert? Was sind Module?

Die Studiengänge sind in Module gegliedert. Ein Modul besteht aus einer Lehrveranstaltung oder mehreren Lehrveranstaltungen. Kreditpunkte werden ausschliesslich für Module vergeben. Module erstrecken sich über maximal zwei Semester. Die Absolvierung eines Moduls kann von der Erfüllung von Vorbedingungen abhängig gemacht werden; das Vorlesungsverzeichnis [www.vorlesungen.uzh.ch/](http://www.vorlesungen.uzh.ch/) gibt darüber Auskunft.

### 1.1.1 Welche Arten von Modulen gibt es?

Es wird unterschieden zwischen:

- Pflichtmodul: Modul, das für alle Studierenden eines Studiengangs obligatorisch ist.
- Wahlpflichtmodul: Modul, das in einer vorgegebenen Anzahl aus einer vorgegebenen Liste auszuwählen ist.
- Wahlmodul: Modul, das aus dem Angebot eines Faches oder einer Fächergruppe frei wählbar ist.

Die Studienordnung der MNF legt die Pflicht-, Wahlpflicht- und Wahlmodule der einzelnen Studiengänge einschliesslich der entsprechenden KP fest. Für Wahl- und Wahlpflichtmodule kann diese Festsetzung auch im kommentierten Vorlesungsverzeichnis erfolgen.

### 1.1.2 Wer ist für die Module (inkl. allfälliger Prüfungen oder andersgearteter Leistungsnachweise) zuständig?

Für jedes Modul wird eine Modulverantwortliche oder ein Modulverantwortlicher bestimmt und jeweils im Vorlesungsverzeichnis genannt.

### 1.1.3 Wie schreibe ich mich für ein Modul ein?

Sie können sich gemäss der allgemeinen Richtlinien der Universität einschreiben. Den aktuellen Link zur Modulbuchung finden Sie auf <http://www.students.uzh.ch/booking.html> .

### 1.1.4 Wie erwerbe ich meine Kreditpunkte?

Kreditpunkte werden nur aufgrund von Leistungsnachweisen vergeben. Zeitpunkt, Form und Umfang dieser Nachweise werden im kommentierten Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben.

Werden bei einem Leistungsnachweis Unredlichkeiten begangen, so wird die Prüfung bzw. der Leistungsnachweis als nicht bestanden erklärt.

## 1.2 Was sind Modulprüfungen? Wie werden sie durchgeführt?

Eine Modulprüfung ist eine schriftliche oder mündliche Prüfung über den Stoff eines Moduls. Der Modulverantwortliche bestimmt, ob die Prüfung mündlich oder schriftlich ist. Modulprüfungen werden mit der üblichen Skala von 1 bis 6 benotet (halbe Noten sind zulässig). Wenn die Note des gesamten Moduls 4 oder besser ist, werden die Kreditpunkte für das betreffende Modul vergeben, wenn sie schlechter ist, werden keine KP vergeben. Die Noten der Modulprüfungen werden mit einer der Anzahl der KP entsprechenden Gewichtung bei der Festlegung der Noten in Ihrem Bachelor- bzw. Masterzeugnis berücksichtigt.

### **1.1.1 Muss ich mich für die einzelnen Modulprüfungen anmelden? Kann ich mich abmelden?**

Mit der Einschreibung zu einem Modul sind Sie automatisch zu den betreffenden Modulprüfungen angemeldet. Sie können sich aber ohne Begründung bis zur veröffentlichten Stornierungsfrist vom Modul samt Prüfung abmelden. Das genaue Abmeldedatum wird im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben.

### **1.1.2 Erhalte ich für jede Modulprüfung eine Einladung?**

Nicht unbedingt. Zu den schriftlichen Modulprüfungen erhalten Sie keine Einladung. Diese werden von dem/der Modulverantwortlichen bekannt gegeben. Für die mündlichen Modulprüfungen ist die oder der Modulverantwortliche für die Festsetzung von Prüfungszeitpunkt und -ort verantwortlich. Für mündliche Prüfungen in der Physik erhalten Sie eine Einladung vom Sekretariat des Physik-Institutes.

### **1.1.3 Wann finden die Modulprüfungen statt?**

Erstprüfungen des Herbstsemesters werden in den Kalenderwochen (KW) 51 und 2 bis 6 geprüft.

Erstprüfungen des Frühjahrssemesters werden in den KW 22 bis 28 geprüft.

Die Repetitionsprüfungen sind an keine Prüfungsperioden gebunden. Sie finden in der Regel aber in den KW 35 bis 37 statt

Die Kalenderwochen der einzelnen Modulprüfungen sind in der Wegleitung bzw. der Studienordnung festgelegt. Die genauen Termine der Modulprüfungen werden vom Studiendekanat koordiniert und die Daten, sowie Zeit und Raum im Vorlesungsverzeichnis publiziert.

### **1.1.4 Wie und wann erfahre ich die Ergebnisse der Modulprüfungen?**

Nach jeder Prüfungsperiode werden die Ergebnisse durch den Fakultätsausschuss validiert. Schon vorher können Sie die Resultate aber in Ihrem persönlichen Konto einsehen.

### **1.1.5 Wie steht es mit den Repetitionsmöglichkeiten?**

Nicht bestandene Modulprüfungen können für jedes Modul einmal (und nur einmal) wiederholt werden. Ist ein Pflichtmodul nach der zulässigen Repetition nicht bestanden, kann das Studium in denjenigen Hauptfächern nicht fortgesetzt werden, für welche dieses Modul obligatorisch ist. Ist ein Wahlpflichtmodul nach der zulässigen Repetition nicht bestanden, kann es einmal durch ein anderes Modul substituiert werden, Wahlmodule können nach der zulässigen Repetition immer substituiert werden.

Wenn Sie eine Modulprüfung nicht bestanden haben, erhalten Sie mit dem Prüfungsbescheid eine Anmeldung zur Repetitionsprüfung. Sie können sich innerhalb einer in der Anmeldung gegebenen Frist für die Repetitionsprüfung verbindlich anmelden. Wenn Sie sich innerhalb dieser Frist nicht zur Repetitionsprüfung anmelden, müssen Sie das Modul wiederholen und können die Prüfung nur noch einmal ablegen. Auf Gesuch hin kann genau ein Pflichtmodul des Hauptfachs im Bachelorstudiengang nach nicht bestandener Repetition ein zweites Mal wiederholt werden. Dies gilt nicht für die Bachelorarbeit.

### **1.1.6 Was geschieht, wenn ich einer Prüfung oder einer Repetitionsprüfung fernbleibe? Was habe ich in diesem Fall zu tun?**

Wer einer Modulprüfung fernbleibt, hat diese nicht bestanden. Die Fakultät kann beim Vorliegen wichtiger Gründe oder eines ärztlichen Zeugnisses Ausnahmen bewilligen. In solchen Fällen müssen Sie bis spätestens fünf Tage nach dem Prüfungstag ein schriftliches Gesuch mit den nötigen Unterlagen oder Zeugnissen an das Studiendekanat richten.

Die verpasste Modulprüfung ist in der Regel am Repetitionstermin des betroffenen Moduls nachzuholen.

### **1.1.7 Wie werden die Leistungsnachweise für die Module durchgeführt, für die keine Modulprüfungen vorgesehen sind?**

In diesem Fall sind die Modulverantwortlichen für die Modalitäten zuständig. Diese werden im kommentierten Vorlesungsverzeichnis angegeben. Auch in diesen Fällen können die Leistungen benotet werden.

Wenn Sie aus gesundheitlichen oder anderen wichtigen Gründen an der Teilnahme an einem solchen Leistungsnachweis verhindert sind, haben Sie sich umgehend bei der oder dem Modulverantwortlichen zu melden. Die oder der Modulverantwortliche wird in diesem Fall einen Nachholtermin festlegen.

Ist der Leistungsnachweis für ein Modul nicht erbracht, ist die Regelung für Repetitions-Prüfungen sinngemäss anzuwenden.

Wenn Sie die Bedingungen für den Leistungsnachweis nicht erfüllen, erhalten Sie Gelegenheit, diese nachzuholen. Je nach Art des Leistungsnachweises kann dies bedeuten, dass Sie das Modul wiederholen müssen.

## **1.2 Wie steht es mit der Bachelorarbeit und der Masterarbeit?**

Die Bachelorarbeit in Physik besteht aus einer aktiven Mitarbeit in einer der Forschungsgruppen. Das Resultat der Arbeit wird in einem schriftlichen Bericht festgehalten und in einem Vortrag dargestellt. Die Bachelorarbeit wird benotet.

Die Masterarbeit wird in etwa 9 Monaten erarbeitet. Sie besteht aus einer vertieften wissenschaftlichen Forschungsarbeit, über deren Resultate ein schriftlicher Bericht erstellt wird. Das Resultat wird in einem Seminarvortrag vorgestellt. Die Masterarbeit und der Seminarvortrag werden benotet.

Einmalige Wiederholung (mit neuem Thema) ist möglich. Zugelassene Sprachen sind Deutsch und Englisch, im Einverständnis mit der betreuenden Person auch Französisch oder Italienisch.

## **1.3 Erhalte ich den Bachelor- bzw. den Mastergrad automatisch, wenn ich alle Bedingungen erfüllt habe?**

Nein. Die Erteilung des Diploms für diese Grade erfolgt nicht automatisch aufgrund der erworbenen Kreditpunkte. Vielmehr müssen Sie einen Antrag auf Bachelor- oder Masterabschluss ausfüllen. Die Formulare sind unter <http://www.physikstudium.uzh.ch/index.php?id=85> aufgeschaltet. Wenn alle Bedingungen erfüllt sind, verleiht Ihnen die Fakultät den

entsprechenden Titel an der nächsten Fakultätsversammlung, sofern die Bewerbung mindestens drei Wochen vor der Fakultätsversammlung erfolgt ist, andernfalls an der darauf folgenden.

#### **1.4 Wie sieht meine Diplomurkunde aus?**

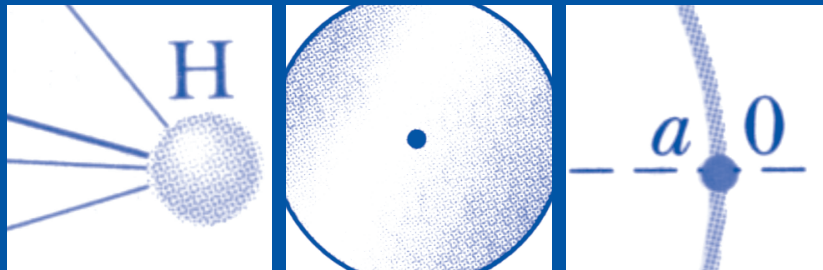
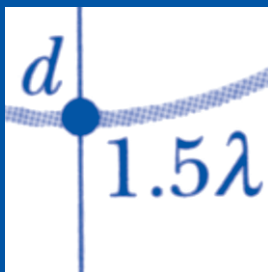
Sie ist in deutscher und englischer Sprache abgefasst. Sie enthält auch eine Note, die aus den im Verlauf des Studiums erzielten Noten gemäss Studienordnung berechnet wird. Für das Haupt- und das Nebenfach werden getrennte Noten erteilt. Der Diplomurkunde wird eine Aufstellung („Academic Record“) der absolvierten Module mit ihren Kreditpunkte beigefügt, ebenso das „Diploma Supplement“, das allgemeine Informationen über die Bildungsgänge in der Schweiz und insbesondere an der Universität Zürich enthält.

#### **1.5 Kann ich jedes Semester die Universität wechseln?**

Ja. Die Kreditpunkte werden grundsätzlich an jeder Universität angerechnet, sofern diese ebenfalls das ECTS-Kreditpunktesystem anwendet. Die Zieluniversität ist allerdings berechtigt, für das Studienprogramm gewisse Vorschriften zu erlassen, falls sich der Studiengang wesentlich von jenem der Universität Zürich unterscheidet. Wenn Sie ein Bachelordiplom der MNF erwerben wollen, so müssen Sie allerdings mindestens 90 der 180 erforderlichen KP an der Universität Zürich erworben haben, wobei aber die Fakultät auf Gesuch hin Ausnahmen bewilligen kann.

## 2 Glossar und Abkürzungen

<b>MNF</b>	Mathematisch-naturwissenschaftliche Fakultät: Organisationseinheit der Universität Zürich, die alle Naturwissenschaften und die Mathematik umfasst
<b>Dekan</b>	Vorsitzender der Fakultät
<b>Dekanat</b>	Verwaltungsstelle der Fakultät, am Campus Irchel im Gebäude Y10
<b>Kanzlei</b>	Verwaltungsstelle der Universität, im Hauptgebäude der Uni im Zentrum
<b>ECTS</b>	European Credit Transfer and Accumulation System
<b>MSc</b>	Master of Science
<b>BSc</b>	Bachelor of Science
<b>SWS</b>	Semesterwochenstunden (Anzahl Stunden pro Woche pro Semester)
<b>vfZ</b>	vorlesungsfreie Zeit (Semesterferien)
<b>KP</b>	Kreditpunkte, ECTS–Punkte
<b>MP</b>	Mathematik für Physikstudierende
<b>KTI/II</b>	Kern- und Teilchenphysik I und II
<b>QM</b>	Quantenmechanik
<b>ED</b>	Elektrodynamik
<b>NanoP</b>	Physik der Nanometerskala
<b>FK</b>	Festkörperphysik



**Physik-Institut**

Universität Zürich, Winterthurerstrasse 190, 8057 Zürich  
Telefon 044 635 57 21

**Institut für Theoretische Physik**

Universität Zürich, Winterthurerstrasse 190, 8057 Zürich  
Telefon 044 635 58 11

[www.mnf.uzh.ch/ueber-uns/fakultaet/institute](http://www.mnf.uzh.ch/ueber-uns/fakultaet/institute)



Universität Zürich  
Mathematisch-naturwissenschaftliche Fakultät