



---

<sup>b</sup>

**UNIVERSITÄT  
BERN**

FACHBEREICH PHYSIK/ASTRONOMIE  
UNIVERSITÄT BERN  
[WWW.PHYSIK.UNIBE.CH](http://WWW.PHYSIK.UNIBE.CH)

# Informationen zum Studiengang Physik und Astronomie

# Inhalt

Einleitung	4
Geschichte der Universität Bern	5
Geschichte der Physik und Astronomie in Bern	6
Forschung in Physik und Astronomie	9
Das Bachelorstudium	19
Das Masterstudium	22
Die Dissertation	24
Studierendenvertretung	25
Zahlen zur Physik und Astronomie in Bern	26
Physikerinnen und Physiker im Beruf	27
Kontakte und Adressen	29
Quellenverzeichnis	30

# Einleitung

Die Physik ist die grundlegende Naturwissenschaft schlechthin; alle Systeme der Natur folgen ihren Gesetzen. Die Physik schafft Begriffe diese Gesetze zu beschreiben, sucht nach Methoden, mit deren Hilfe sich der Wahrheitsgehalt von Erkenntnissen überprüfen lässt, und nutzt diese Erkenntnisse, um Unbekanntes zu entdecken. Eine wesentliche Antriebsfeder ist die Sehnsucht des Menschen, die Natur und ihre Phänomene zu verstehen. Am schönsten hat dies Goethe im Faust I formuliert: «... Dass ich erkenne, was die Welt / Im Innersten zusammenhält ... » (Faust I, Vers 382, J.W. Goethe). Physikalische Erkenntnis wird gewonnen, indem man die Realität zum Gesetz abstrahiert und das Gesetz wieder an der Realität überprüft. Dieses Vorgehen verdeutlicht sich im ständigen Wechselspiel zwischen theoretischer und experimenteller Physik. Als wesentliche Methode, als Sprache der Physik, gilt die Mathematik und in jüngster Zeit auch die Simulation auf modernen Computern.

Oftmals in ihrer Geschichte hatte es den Anschein, als wäre die Physik an ihr Ende gestossen. So war Ende des 19. Jahrhunderts die Meinung weit verbreitet, dass der grösste Teil verstanden sei. «Als der junge Max Planck bei einem Professor der Münchener Universität mit der Absicht vorstellig wurde, Physik zu studieren, war die Reaktion nicht etwa enthusiastisches Zureden. Im Gegenteil. In der Physik, sagte der Physiker Philipp von Jolly, sei im Wesentlichen schon alles erforscht. Das System dieser Wissenschaft stehe nahezu vollendet da. Es gebe nur noch einige unbedeutende Lücken auszufüllen. Für einen jungen Mann musste es deshalb ratsam erscheinen, sich wichtigeren, zukunftssträchtigeren Aufgaben zuzuwenden.» (Quantentheorie und Philosophie, W. Heisenberg). Die Geschichte hat aber auch gezeigt, dass solche Prophezeiungen immer falsch waren, und dass sich die These «Jede Antwort wirft neue Fragen auf» immer wieder bewahrheitet hat. In diesem Sinne ist und bleibt die Physik eine dynamische Wissenschaft und bietet jungen Menschen genügend Freiraum für ungeheuer spannende Forschung.

Aktuelle Forschungsthemen sind Teilchenphysik, Atom- und Molekülphysik, kondensierte Materie, Astrophysik und Kosmologie und in vermehrter Masse auch interdisziplinäre Themen wie Biophysik oder Klimaphysik. Viele dieser Themen sind prominent an der Universität Bern vertreten und bieten unseren Studierenden die Möglichkeit zur Mitwirkung an aufregender Forschung mit modernsten Mitteln.

Neben der reinen Grundlagenforschung stellen sich die Physikerinnen und Physiker auch den Herausforderungen der heutigen Zeit, wie etwa schwindende Energieressourcen, drohende Klimaveränderungen oder Probleme im Gesundheitswesen. Damit wird die Physik Bestandteil eines kulturellen Prozesses, der sich um Erkenntnis bemüht, und der diese in den Dienst der Gesellschaft stellt. Junge Physikerinnen und Physiker haben somit die Möglichkeit und die Verantwortung, die Zukunft ihrer Gesellschaft entscheidend mitzugestalten.

# Geschichte der Universität Bern

Die Geschichte der Universität Bern beginnt im 16. Jahrhundert mit der Gründung der «Hohe Schule» im alten Barfüsserkloster. 1805 organisierte die Regierung das höhere Schulwesen neu und baute die bisherige Theologenschule zu einer Akademie mit vier Fakultäten aus. 45 Dozenten mühten sich 1834 um 167 Studierende. Ende des 19. Jahrhunderts verliessen die naturwissenschaftlichen Institute das alte Kloster und bezogen eigene Gebäude, hauptsächlich im Länggass-Quartier. 1903 wurde der alte Sitz im Barfüsserkloster beim heutigen Casino aufgegeben und das neue Hauptgebäude der Uni Bern auf der Grosse Schanze eingeweiht. In den Jahren 1908/1909 sorgten drei Persönlichkeiten für die wohl spektakulärsten Jahre der Universität Bern. Die Berner Unterrichtsdirektion erteilte 1908 dem Physiker Albert Einstein die «venia docendi» für theoretische Physik. Die Philosophin Anna Tumarkin wurde 1908 die erste Ordinaria Europas. Im gleichen Jahr erhielt der Berner Theodor Kocher den Nobelpreis «für seine Arbeiten über Physiologie, Pathologie und Chirurgie der Schilddrüse». In den 50er Jahren setzte eine Phase raschen Wachstums ein und die Studierendenzahlen wuchsen rasch. 1968 waren es bereits 5'000 Studierende. 1982 wurde die Uni Bern von den Bernburgern grosszügig mit dem Gästehaus Theodor Kochers, dem «Haus der Universität», beschenkt. Nach dem Volks-Ja von Ende 1986 konnte 1993 die ehemalige Schokoladenfabrik, der «Unitobler», bezogen werden. Nach der Reformierung der Studiengänge Ende der 90er Jahre kam es zur Reform der Reform. Mit der Unterschrift unter die Bologna Deklaration begann das Zeitalter der Credits, der Bachelor- und Master-Abschlüsse. 2005 wurde das alte Frauenspital als UniS eingeweiht, 2006 die neue Kleintierklinik fertig gestellt und 2007 das Von-Roll-Areal übernommen. Heute studieren an der Uni Bern mehr als 14'000 Studierende, über die Hälfte sind Frauen. An den 8 Fakultäten mit 160 Instituten arbeiten über 300 ProfessorInnen und 5'400 Mitarbeitende. 2009 feierte die Universität Bern das 175. Jubiläum.



Das Hauptgebäude der Universität Bern.

# Geschichte der Physik und Astronomie in Bern

Physik und Astronomie in Bern gingen zu Beginn des 19. Jahrhunderts aus der Naturgeschichte hervor und entwickelten sich als eigene Fachrichtung, die wir heute mit dem Begriff «Exakte Wissenschaften» verbinden. Etwa 1911 war die Dreiteilung in die Disziplinen Astronomie, experimentelle Physik und theoretische Physik vollzogen.



**Albert Einstein**  
Geboren 1879 in Ulm. Kindheit und Jugend an verschiedenen Orten in Deutschland, Italien und der Schweiz. Studium an der ETH Zürich von 1896 bis 1900, danach Privatlehrer. Ab 1902 am Eidgenössischen Patentamt in Bern. 1908 Privatdozent in Bern, 1909 ausserordentliche Professur an der Universität Zürich. Darauf ordentliche Professur in Prag mit anschliessendem Wechsel an die ETHZ. 1914-1933 in Berlin. 1933 Machtübernahme der Nationalsozialisten in Deutschland. Einstein kehrt nach einer Vortragsreise in die USA nicht mehr nach Europa zurück. Anstellung am Institute for Advanced Study in Princeton. Gestorben 1955 in Princeton.

Im Jahre 1834 wurde mit Friedrich Trechsel der erste ordentliche Professor an die Universität Bern berufen, der Physik und Mathematik lehrte. Als bedeutende Leistung Trechselfs darf die trigonometrische Vermessung des Kantons Berns betrachtet werden. Erstmals Professor für Physik und Astronomie wurde 1853 Heinrich Wild. Dieser erarbeitete in Bern die Grundlagen zum 1863 verwirklichten meteorologischen Beobachtungsnetz der Schweiz. In Georg J. Sidler waren ab 1866 Astronomie und Mathematik in einer Fachperson vereint. Er vermochte in einer Zeit, in der die Astronomie in Bern nur als theoretische Disziplin betrieben wurde, wichtige Impulse zu setzen. Sidler zu Ehren wurde 1931 die Sternwartstrasse in Sidlerstrasse umbenannt, an der sich heute die exakten Wissenschaften befinden. 1903 wurde Paul Gruner als Professor für mathematische und theoretische Physik berufen. Gruner lehrte als erster Dozent an der Universität Bern die Quantenmechanik und die spezielle Relativitätstheorie und gründete 1911 das «Seminar für theoretische Physik». Ab diesem Zeitpunkt war auch in Bern die Dreiteilung in Astronomie, theoretische und experimentelle Physik vollzogen.

Zwischen 1902 und 1909 verbrachte Albert Einstein, wie von ihm überliefert, sieben glückliche und fruchtbare Jahre in Bern. Nach dem Physikstudium in Zürich kam er in die Hauptstadt, um eine Stelle als technischer Experte dritter Klasse am Eidgenössischen Patentamt in Bern anzutreten. Trotz seiner Vollzeitstellung fand Einstein genügend Zeit, sich der wissenschaftlichen Arbeit zu widmen. Während seiner Berner Jahre reichte er eine Doktorarbeit an der Universität Zürich ein und stellte kurz darauf ein Habilitationsgesuch an die Universität Bern. Möglicherweise war es ein Zeichen seines unkonventionellen Charakters, dass sein Habilitationsgesuch in der ersten Fassung keine Habilitationschrift enthielt,

wie sie regelkonform verlangt wurde. Im Februar 1908 reichte Einstein schliesslich eine Zusammenfassung seiner Arbeit zum Photoelektrischen Effekt ein, welche ihm, im Alter von 29 Jahren, schlussendlich eine Ernennung zum Privatdozent an der Universität Bern ermöglichte. Am 21. April 1908 hielt Einstein seine erste Vorlesung in theoretischer Physik. In dieser Zeit war er in der internationalen Physikergemeinschaft bereits etabliert, nicht zuletzt durch die revolutionären Arbeiten seines vielzitierten «annus mirabilis» (1905). 1905 entstand auch die Arbeit «Zur Elektrodynamik bewegter Körper», deren Inhalt sich später als «spezielle Relativitätstheorie» durchsetzte. Danach dauerte es nicht lange, bis Einstein einen Ruf als ausserordentlicher Professor in theoretischer Physik an die Universität Zürich erhielt. Er nahm diesen an und verliess Bern 1909.

Nach Paul Gruner wurde die theoretische Physik von Andre Mercier (1939-1978) und Heinz Schilt (1947-1978) weitergeführt. 1958 wurde der österreichische Physiker Walter Thirring zum Professor für theoretische Physik berufen. Er lehrte insbesondere die Theorie der Elementarteilchen, bevor er 1959 Bern Richtung Wien verliess. Das von Gruner gegründete Seminar für theoretische Physik wurde 1961 auf Ersuchen von Mercier zum eigenständigen Institut für Theoretische Physik. Thirrings frei gewordener Lehrstuhl wurde einige Jahre mit Gastdozenten besetzt. Unter anderem unterrichteten Wouthuysen, Stückelberg, Tonnelat, Klauder, Sudarshan, Stern und Minkowski als Gastprofessoren. 1966 wurde Heinrich Leutwyler zum Professor für theoretische Physik ernannt. In den folgenden Jahren entstanden eine Reihe bedeutender Arbeiten im Bereich der theoretischen Elementarteilchenphysik.

Die experimentelle Physik in Bern wurde massgeblich durch den 1924 berufenen Physiker Heinrich Greinacher geprägt. Mit ihm entstand die Berner Kern- und Elementarteilchenphysik. Als sein Nachfolger wurde 1952 Georg Friedrich Houtermans nach Bern berufen. Unter Houtermans wissenschaftlichen Veröffentlichungen finden sich grundlegende Beiträge zur Kernphysik, zur Astrophysik und zur radiometrischen Altersbestimmung. So bewiesen Houtermans und seine Gruppe mit verhältnismässig bescheidenen Mitteln die Existenz des Antiprotons. Weiter bestimmte Houtermans 1953, anschließend an die 1946 in Göttingen durchgeführte Bestimmung des



Einstein erteilt Nachhilfeunterricht in Mathematik und Physik.



**Heinrich Greinacher**  
Geboren 1880 in St. Gallen. Studium der Physik in Zürich, Berlin (besuchte Vorlesungen bei Max Planck) und Heidelberg. Promotion 1904 in Berlin. Ausbildung zum Pianisten am Konservatorium in Genf. 1907 Habilitation an der Universität Zürich. 1924-1952 ordentlicher Professor für Physik und Direktor des Physikalischen Instituts der Universität Bern (vormals Physikalisches Cabinet). Gestorben 1974 in Bern.



Friedrich Georg Houtermans  
Geboren 1903 in Danzig. Studium in Göttingen von 1921-1927. Diplomarbeit 1926 bei James Franck (Franck erhielt 1925 den Physiknobelpreis zusammen mit Gustav Hertz). Promotion 1927. Von 1927-1933 Assistenz an der TH Berlin-Charlottenburg. 1932 Oberassistent bei Gustav Hertz. Gleichzeitig Mitarbeit an der Entwicklung der Isotopentrennung. Von 1933-1935 Wissenschaftler am EMI Television Laboratory in Hayes. Trotz Bekenntnis zum Kommunismus Haftaufenthalt in der Sowjetunion. Anschließend bis 1937 Wissenschaftler am Ukrainischen Physikalisch-Technischen Institut in Charkov. 1940-1944 Mitarbeiter von Manfred von Ardenne im Laboratorium für Elektronenphysik in Berlin. 1944-1945 Mitarbeiter an der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, Abt. Kernphysik. Darauffolgender Aufenthalt bei Hans Kopfermann in Göttingen bis 1951. Anschließend Dozent an der Universität Göttingen. Von 1952-1966 ordentlicher Professor in Bern. Gestorben 1966 in Bern.

Uranalters ( $9 \cdot 10^9$  Jahre), das Erdalter mit  $4,5 \cdot 10^9$  Jahren. 1973, sieben Jahre nach seinem Tod, verlieh die Internationale Astronomische Union einem Mondkrater den Namen Houtermans. Houtermans instruierte eine Reihe von jungen, später selbst bedeutenden Wissenschaftlern, wie Oeschger, Geiss, Begemann und Teuscher. Johannes Geiss wurde sein Nachfolger. Hans Oeschger gründete 1963 eine eigenständige Abteilung für Klima- und Umweltphysik, die sich in der internationalen Forschung durch die Bestimmung des  $\text{CO}_2$ -Gehalts in antarktischen Eisbohrkernen etablierte. Dieses Verfahren erlaubt Rückschlüsse auf den Klimaverlauf der letzten 800'000 Jahre. Das heutige Physikalische Institut ist in drei Forschungsrichtungen unterteilt: Hochenergiephysik, Klima- und Umweltphysik und Weltraumphysik.

Im Jahre 1961 wurde als bislang letztes Institut dasjenige für Angewandte Physik gegründet. Zum ersten Direktor wurde Klaus Peter Meyer berufen, der seine Forschung ganz dem damals gerade entdeckten Laser widmete. Unter seiner Leitung avancierte Bern zu einem Zentrum der Laserforschung in der Schweiz. Noch heute steht die Anwendung elektromagnetischer Strahlung im Mittelpunkt der Forschung am Institut für Angewandte Physik.



Altes und neues Gebäude (fertig gestellt 1963) der exakten Wissenschaften.



## Forschung in Physik und Astronomie

[www.physik.unibe.ch](http://www.physik.unibe.ch)

Der Fachbereich Physik und Astronomie an der Universität Bern ist in Institute gegliedert, die sich bestimmten thematischen Gebieten widmen. Neben dem Institut für Angewandte Physik gibt es das Astronomische Institut, das Physikalische Institut und das Institut für Theoretische Physik. Um dem verstärkt interdisziplinären und institutsübergreifenden Charakter der modernen Forschung gerecht zu werden, wurden in den letzten Jahren auch mehrere universitäre Zentren gegründet. In der Physik und Astronomie sind dies zum einen das Albert Einstein Zentrum für fundamentale Physik, das Zentrum für Weltraumforschung und Habitabilität und das Oeschgerzentrum.

Auf den folgenden Seiten stellen sich die einzelnen Institute mit ihren aktuellen Forschungsgebieten vor. Studierende an der Universität Bern haben zu unterschiedlichen Zeitpunkten während ihrer Karriere die Möglichkeit sich selbst an der Forschung zu beteiligen. Spätestens mit der Bachelorarbeit, am Ende des Bachelorstudiums, werden alle Studierende im Rahmen kleiner, abgeschlossener und intensiv betreuter Projekte in die Welt der modernen Forschung eingeführt. Im Rahmen der Masterarbeit widmen sich alle Studierenden dann ein volles Jahr einem bestimmten Forschungsthema; unter anderem auch mit dem Ziel eigenständiges wissenschaftliches Arbeiten zu erlernen. Mit dem Abschluss der Masterarbeit verlassen viele Studierende die Universität, manche jedoch entschlossen sich ein Doktorat zu beginnen. Damit beginnt eine drei- bis vierjährige Zeitspanne intensiver Forschungsarbeit mit dem Ziel einen selbständig erarbeiteten, neuen Beitrag zum naturwissenschaftlichen Gesamtwissen zu erarbeiten.

Forschung ist heute stark international vernetzt, was sich auch darin widerspiegelt, dass Arbeitsgruppen multikulturell zusammengesetzt sind und Studierende auf Master- und Dokorniveau an internationalen Schulen und Konferenzen teilnehmen und ihre Forschungsergebnisse präsentieren. Für Studierende bedeutet dies, aktuelle und brisante Forschung hautnah miterleben zu können. Mitunter beinhaltet die Forschungstätigkeit auch längere Aufenthalte an anderen Forschungseinrichtungen im In- und Ausland.



Forschung bedeutet Kreativität und...

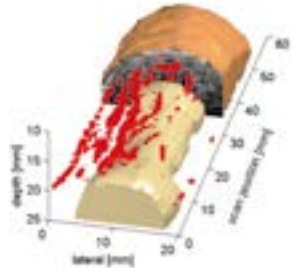


... Zusammenarbeit in einem internationalen Team.

# Institut für Angewandte Physik

Das Institut für Angewandte Physik wurde am 2. Juni 1961 als Teil der Philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät gegründet. Heute forschen und lehren drei Abteilungen mit verschiedenen Gruppen auf den Gebieten Biomedizinische Photonik, Laserphysik sowie Mikrowellenphysik.

## Biomedizinische Photonik – [www.iapbp.unibe.ch](http://www.iapbp.unibe.ch)



Die Opto-Akustik ist ein neues bildgebendes Verfahren, das die Vorteile der Optik und der Ultraschalltechnik verbindet.

Optische Techniken und speziell der Laser sind in der modernen Medizin zu einem unverzichtbaren Instrument geworden. Von besonderer Bedeutung sind dabei optische bildgebende Verfahren. Das IAP erforscht sowohl die Entwicklung neuer Analyse-, Diagnose-, und Therapieverfahren, als auch die Optimierung bereits bestehender Verfahren. Von grundsätzlichem Interesse sind die Fragen wie breitet sich Laserlicht im Gewebe aus und wie können wir daraus etwas über die Gewebeeigenschaften erfahren; welche Wechselwirkungen spielen eine Rolle und wie kommen wir den dynamischen molekularen Vorgängen in Zellen auf die Spur; welchen Schaden kann der Laser im Gewebe anrichten und wie können wir diesen gezielt für operative Eingriffe nutzen?

## Laserphysik – [www.iapla.unibe.ch](http://www.iapla.unibe.ch)



Selbst Photonpaare, sogenannte verschränkte Photonen, können für die Erforschung dynamischer Prozesse in der Natur eingesetzt werden.

Laser sind einzigartige Lichtquellen, die uns ungeahnte Einblicke in grundlegende Prozesse des Lebens ermöglichen. Wie bei einem Stroboskop zeichnet man mittels ultrakurzer Laserblitze eine Sequenz aus einzelnen Bildern auf, die dann zu einem Film zusammengesetzt einen Eindruck von den dynamischen Prozessen in der Natur ergeben. Mit solchen Tricks ist es z.B. möglich Molekülen oder anderen fundamentalen Bausteinen der Natur quasi bei der Arbeit zuzusehen. Die dazu notwendigen Laserblitze haben eine unvorstellbar kurze Dauer von nur 0,000000000000001 Sekunden und sind damit die kürzesten je vom Mensch erzeugten Ereignisse. Unser Beitrag zu dieser Art der Grundlagenforschung ist eingebettet in einen nationalen Forschungsschwerpunkt ([www.nccr-must.ch](http://www.nccr-must.ch)), den wir seit 2010 zusammen mit der ETH leiten. Das für diese Art Forschung entwickelte Instrumentarium ist aber auch für die angewandte Forschung interessant, so ermöglicht es z.B. neuartige Anwendungen in der Medizin oder der Lasermaterialbearbeitung.

## Mikrowellenphysik – [www.iapmw.unibe.ch](http://www.iapmw.unibe.ch)

Das IAP entwickelt neue Instrumente und optimiert Systeme im Mikrowellenbereich, hauptsächlich für die Fernerkundung der Atmosphäre und Umwelt. Mit sogenannten Radiometern misst man die Mikrowellenstrahlung von Ozon und Wasserdampf, was es ermöglicht auf die Verteilung dieser Spurenstoffe in der Atmosphäre bis auf 80 km Höhe zu schliessen. Die meisten Instrumente gehören zu einem weltweiten Netzwerk zur Überwachung der Atmosphäre und werden vom Boden oder vom Weltall aus eingesetzt. Die gewonnenen Daten erlauben es atmosphärische Prozesse zu untersuchen und besser zu verstehen. Damit wird ein wichtiger Beitrag zur Erforschung der Ozonproblematik und des Klimawandels geleistet.



Mikrowellen-Radiometer für die Bestimmung der Höhenverteilung von Wasserdampf im Einsatz in der arktischen Forschungsstation Sodankylä in Lappland.

## Astronomisches Institut

[www.aiub.unibe.ch](http://www.aiub.unibe.ch)

Das Astronomische Institut befasst sich in Beobachtung und Theorie mit der Realisierung von globalen Bezugssystemen am Himmel und auf der Erde sowie mit der Bewegung von natürlichen und künstlichen Himmelskörpern in diesen Systemen. Das Observatorium in Zimmerwald führt optische Beobachtungen mit CCD-Aufnahmen des Himmels durch, misst Distanzen zu Satelliten mit Lasertechnik und registriert die Signale aller globaler Satellitennavigationsysteme (GNSS, z.B. GPS). Genaue Bahnen von Kleinplaneten, Kometen und künstlichen Satelliten sind zentral für die Forschung am Astronomischen Institut.

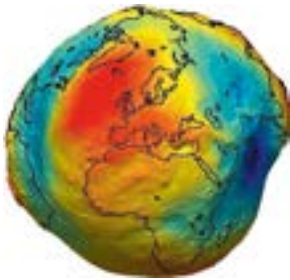


Das Observatorium in Zimmerwald. Die Abbildung zeigt die verschiedenen Gebäude und Kuppeln. Rechts im Bild das 1-Meter Teleskop für CCD und Laserbeobachtungen.



Plattentektonik aus GNSS-Messungen. Die Länge der Pfeile symbolisiert die Gröszenordnung der Geschwindigkeiten von einigen Zentimetern pro Jahr.

Das Astronomische Institut betreibt das Center for Orbit Determination in Europe (CODE), eines der führenden Analysezentren des International GNSS Service (IGS). CODE wertet täglich die GNSS-Daten der weltweit verteilten IGS-Stationen aus, z.B. die Daten des US-amerikanischen GPS und des russischen GLONASS, und bestimmt daraus hochgenaue Satellitenbahnen für die GPS- und GLONASS-Konstellation, Erdrotationsparameter, Koordinaten und Geschwindigkeiten der GNSS-Beobachtungsstationen, genaue Korrekturen für Satelliten- und Empfängeruhren, Troposphären- und Ionosphärenmodellparameter, sowie weitere Grössen von geophysikalischer Bedeutung. Die Verarbeitung geschieht mit der am Astronomischen Institut entwickelten Bernese GNSS Software, welche mittlerweile von mehr als 600 Institutionen weltweit für hochpräzise geodätische Anwendungen benutzt wird.



Äquipotentialfläche der Erde (Geoid) im Vergleich zu einem Referenzellipsoid. Höhenunterschiede von bis zu +/- 100 m sind farbkodiert dargestellt.

Basierend auf den Bahnen der GPS-Konstellation werden am Astronomischen Institut die Bahnen verschiedener tief fliegender Satelliten (LEO = Low Earth Orbiter, Flughöhe ca. 200 bis 1500 km) mittels der Daten von GPS-Empfängern bestimmt, die an Bord dieser Satelliten mitfliegen. Zentimetergenaue LEO Bahnen sind die Voraussetzung für viele Anwendungen. Beispielsweise kann man aus ihnen auf die Kräfte schliessen, die auf die Satelliten wirken, und mit diesen das Gravitationsfeld der Erde rekonstruieren. Damit wurde am Astronomischen Institut das Geoid bestimmt, welches die unterschiedliche Dichte im Erdinnern widerspiegelt. Zeitliche Änderungen des Gravitationsfeldes widerspiegeln Massenverlagerungen an der Erdoberfläche, z.B. das Abschmelzen der Eismassen in Grönland und in der Antarktis, welche mit Hilfe der modernen Satellitenmessverfahren mit hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung bestimmt werden können.



Verteilung des Weltraumschrotts. Deutlich sichtbar ist der geostationäre Ring in der Äquatorebene der Erde.

Die mit optischen Beobachtungen bestimmten Bahnen von künstlichen Satelliten, Raketenoberstufen und Trümmern davon, erlauben es, Zusammenstösse im Weltraum zu vermeiden. Das Astronomische Institut bestimmt in Zusammenarbeit mit der ESA die Verteilung dieses sogenannten Weltraumschrotts. Die Bahnen der Raumschrottteile müssen laufend mit neuen Beobachtungen neu berechnet werden, da sie Störkräften unterliegen und die Teile ohne regelmässige Nachfolgebeobachtungen ansonsten „verloren gehen“ würden.

## Physikalisches Institut

Das Physikalische Institut gliedert sich in drei Abteilungen, die sich mit aktuellen Themen der Hochenergiephysik, der Klima- und Umweltphysik und der Weltraumphysik beschäftigen.

### Hochenergiephysik – [www.lhep.unibe.ch](http://www.lhep.unibe.ch)

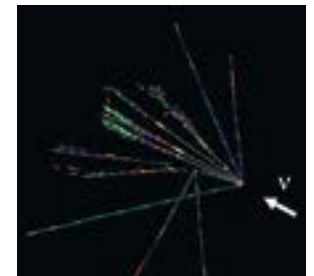
Das Laboratorium für Hochenergiephysik (LHEP) beschäftigt sich mit der Physik der Elementarteilchen. Man will verstehen woraus Materie besteht, was die elementarsten Bausteine des Universums sind und wie diese miteinander wechselwirken.

Diese Art der Forschung wird am Large Hadron Collider (LHC) am CERN in Genf durchgeführt. Das LHEP ist am ATLAS Experiment des LHC beteiligt und wirkt bei der Analyse der Daten und dem Ausbau des Detektors mit. Das Ziel ist, mit den experimentellen Daten zu einer grundlegenden Beschreibung der Naturgesetze zu gelangen. Eine offene Frage ist z.B. die Entstehung der Masse der Elementarteilchen. Dieser Frage ist man 2012 durch die Entdeckung eines neuen Teilchens, welches das lange gesuchte Higgs Boson sein könnte, einen grossen Schritt näher gekommen.



Das Innere des ATLAS Detektors am CERN.

Eine weitere Forschungsrichtung des LHEP ist die Untersuchung von Neutrinos. Das LHEP ist an Experimenten beteiligt, welche die Umwandlung von Neutrino Arten, Elektron-, Müon- und Tauneutrino, studieren. Im OPERA Experiment wird ein Neutrinostrahl vom CERN aus zu einem Detektor geschossen, der sich 730 km entfernt im Gran Sasso Massiv befindet. Das LHEP beteiligt sich auch am T2K Experiment in Japan sowie an MicroBooNE, einem Experiment am Fermilab (USA). Diese sollen weitere Parameter der Neutrinoumwandlungen bestimmen und mögliche Anomalien untersuchen. Das LHEP ist Mitglied der EXO Kollaboration (USA), die nach dem neutrinolosen Doppel-Betazerfall sucht. Die Zerfallsrate soll proportional zum Quadrat der Neutrinomasse sein, die somit bestimmt werden könnte. EXO kann Lebensdauern von über  $10^{24}$  Jahren messen, 14 Grössenordnungen mehr, als das Alter des Universums!



Neutrinos sind neutrale Elementarteilchen, die zwar häufig in der Natur vorkommen (die Sonne ist z.B. eine intensive Neutrinoquelle), die aber wegen ihrer verschwindend kleinen Wechselwirkungswahrscheinlichkeit mit Materie nur sehr schwer nachzuweisen sind.

Seit 2013 beteiligt sich das LHEP an der Suche nach der mysteriösen Dunklen Materie (XENON Experiment).

Obwohl es den Großteil der Materie im Kosmos ausmacht, konnte das Teilchen der Dunklen Materie bislang nicht nachgewiesen werden. XENON befindet sich ebenfalls im Gran Sasso und ist momentan einer der empfindlichsten Detektoren weltweit.

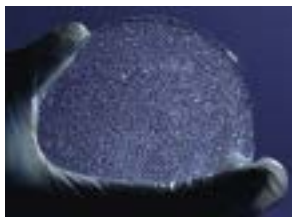


Teilchenspuren in der time projection chamber.

Bern hat eine lange Tradition in der Entwicklung von Teilchendetektoren. Derzeit wird eine sogenannte «Time Projection Chamber» entwickelt, die es erlaubt Teilchenspuren sehr genau zu rekonstruieren. Diese Technologie soll bei der Untersuchung der Neutrinoeigenschaften helfen, kann aber auch für die Suche nach anderen seltenen Prozessen benutzt werden, zum Beispiel dem möglichen Protonenzerfall oder der Neutrinoemission bei Supernova Explosionen. Viele der von den Teilchenphysikern entwickelten Apparate finden Anwendungen in der Medizin. Zum Beispiel nutzt man radioaktive Isotope in der Positronen-Emissions-Tomographie, die seit 2013 an einem neuen Zyklotron-Beschleuniger am Inselspital produziert werden.

## Klima- und Umweltphysik – [www.climate.unibe.ch](http://www.climate.unibe.ch)

Das Klimasystem der Erde wird zunehmend durch den Menschen verändert. Die derzeitige Erwärmung, verursacht durch den Ausstoss von Treibhausgasen, ist der eindeutige Beweis dafür. Die physikalische Klimaforschung an der Universität Bern hat durch ihre langjährigen wissenschaftlichen Beiträge in Klimarekonstruktion und Klimamodellierung entscheidend zu unserem Verständnis dieser Klimaveränderungen beigetragen. Die Stärke der Abteilung für Klima- und Umweltphysik (KUP) ist die enge Verknüpfung der Modellbildung mit Klimarekonstruktionen. Die KUP ist auch Teil des Oeschger Zentrums für Klimaforschung an der Universität Bern ([www.oeschger.unibe.ch](http://www.oeschger.unibe.ch)).



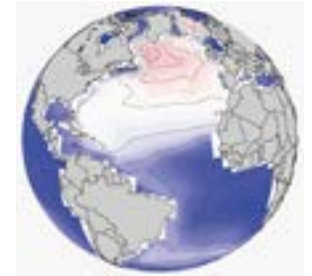
Im Gletschereis sind kleine Luftblasen eingeschlossen, in denen die Atmosphären-Zusammensetzung der Vergangenheit gespeichert ist. (Bild: British Antarctic Survey)

Die KUP ist ein Pionier der Eiskernforschung mit einem Schwerpunkt in der Messung von Treibhausgas-Konzentrationen in kleinen Luftblasen im Eis und deren isotopischen Quellen-Zuordnung. Tatsächlich stammt all unser Wissen über die zeitliche Entwicklung der Treibhausgase vor 1950 AD bis zu einem Alter von 800.000 Jahren vor heute aus diesen Eiskernmessungen. Daneben werden an der KUP auch die Aerosolkonzentrationen und Temperaturen an polaren Eisbohrkernen rekonstruiert. In den Eiskernen, die in Grönland erbohrt wurden, fand

man extrem schnelle Klimaschwankungen im Verlauf der letzten Eiszeit; diese sind heute als Dansgaard-Oeschger Ereignisse bekannt. Ergänzt werden die Eiskernmessungen auch durch Untersuchungen an anderen Klimaarchiven.

Die Folgen der Treibhausgas Änderungen auf das Klimasystem in der Zukunft lassen sich nur mit Hilfe von Klimamodellen abschätzen. In den numerischen Simulationen der vergangenen und künftigen Klimaänderungen und der Änderung der Treibhausgase werden physikalische Prozesse und biogeochemische Stoffkreisläufe gekoppelt. Um die gesamte Bandbreite dieser Fragestellungen bearbeiten zu können, entwickelt und betreibt die KUP eine Hierarchie von Klimamodellen, die sich in Komplexität, Auflösung und der Kopplung verschiedener Komponenten des Klimasystems unterscheiden. Die Forschungsarbeiten umfassen den Einfluss der atlantischen Zirkulation auf das globale Klima, den Einfluss der Änderungen der Ozeanzirkulation bzw. der marinen und terrestrischen Biosphäre auf den atmosphärischen Gehalt der Treibhausgase  $\text{CO}_2$ , Methan und Lachgas, die Änderung der Sturmhäufigkeit, die Ozeanversauerung in der Zukunft und vieles mehr.

Die KUP führt direkte atmosphärische Messungen von Treibhausgasen und Sauerstoffgehalt, deren Isotope sowie hydrologische Untersuchungen an Niederschlag, Oberflächen- und Grundwässern durch. Die KUP betreibt fortlaufende atmosphärische Messungen auf der Hochalpinen Forschungsstation Jungfrauoch ([www.ifjungo.ch](http://www.ifjungo.ch)) und führt flugzeug-gestützte Messungen durch. Messungen der natürlichen Radioaktivität in der Luft und im Grundwasser ermöglichen die Austauschraten in diesen Komponenten des Klimasystems zu bestimmen. Mit Hilfe von  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{37}\text{Ar}$ ,  $^{39}\text{Ar}$ ,  $^{85}\text{Kr}$ , kann das Alter und die Geschichte von Grundwasser physikalisch bestimmt werden. Dies liefert wichtige Hinweise auf Wasserressourcen.



In gekoppelten Klimamodellen lässt sich die Reaktion des Klimasystems auf Störungen (z.B. zunehmende Treibhausgas-Konzentrationen oder Frischwassereintrag in den Nordatlantik) simulieren.



Die Forschungsstation auf dem Jungfrauoch erlaubt einzigartige Beobachtungen der atmosphärischen Zusammensetzung auf 3500 m Höhe, das heisst oberhalb der lokal verschmutzten Grundsicht.



Aus Radioisotopen-Konzentrationen in Grundwässern können Fließgeschwindigkeit, Herkunft und Volumen der Wasserressourcen bestimmt werden.



## Weltraumforschung und Planetologie – space.unibe.ch



Unser Sonnensystem mit seinen acht Planeten.



Kometen bestehen zur Hälfte aus flüchtigem Material, was bedeutet, dass sich ihr Inneres während ihrer Lebensdauer von 4.5 Milliarden Jahren nie über etwa  $-220^{\circ}\text{C}$  erhitzt hat.



Der Meteorit Ida.



Strukturierte Planetenoberfläche.

Die Abteilung Weltraumforschung und Planetologie (WP) erforscht die Entstehung und Entwicklung sowie mögliche Lebensräume unseres Sonnensystems und anderer Sternensysteme. Die Abteilung WP nutzt dazu direkte Messungen an planetaren Objekten mittels Raumsonden, Fernerkundung mittels Teleskopen auf Raumsonden in planetaren Umlaufbahnen, Laboruntersuchungen von extraterrestrischem Gestein und theoretische Berechnungen auf Hochleistungscomputern.

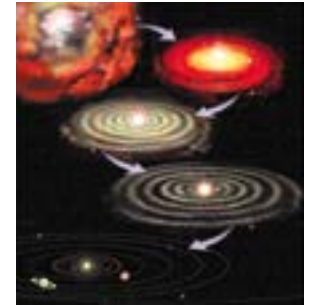
Die chemische Zusammensetzung von Kometen ist noch gleich wie bei der Entstehung unseres Sonnensystems. Dies erlaubt die Zusammensetzung von Objekten zu untersuchen, welche sich bei der Entstehung unseres Sonnensystems aus dem proto-planetaren Nebel geformt haben und somit Zeugen der frühen Geschichte unseres Sonnensystems sind. Die Abteilung WP hat zur Rosetta-Raumsonde das Massenspektrometer ROSINA beige-steuert. Die Rosetta-Mission der Europäischen Weltraum Agentur (ESA) wurde 2004 gestartet, und wird im August 2014 den Kometen Churyumov-Gerasimenko erreichen. ROSINA wird dort die chemische Zusammensetzung des verdampfenden Kometen untersuchen, während er sich auf seiner Bahn der Sonne nähert.

Meteoriten sind extraterrestrisches Material, das auf der Erde auftritt und uns so einen Zugang zu unverändertem Gestein aus der Frühzeit des Sonnensystems erlaubt. Die in ihnen enthaltenen Edelgase sind die besten Zeitzeugen der Geschichte des Meteoriten, seines Mutterkörpers und damit Informanten über die Entwicklung des Sonnensystems. Mittels hochempfindlicher Instrumente untersuchen wir diese Edelgase, was uns etwas über das Alter des Gesteins und einen Teil seiner Geschichte erzählt. Meteoriten können sehr alt sein - aus der Zeit der Entstehung des Sonnensystems - aber auch jüngeren Datums wenn sie z.B. von der Oberfläche eines Planeten stammen.

Planeten und ihre Monde haben eine unterschiedliche Entwicklung erfahren, was sich in der Beschaffenheit der Struktur und der mineralogischen Zusammensetzung ihrer Oberflächen stark widerspiegelt. Modifikationen der Oberfläche durch Temperaturzyklen, Wind, Niederschlag und temporären oder stationären Systemen von Flüssigkeiten und andere Prozesse können durch telesko-

pische Fernerkundung sowie chemische Analysen vor Ort erforscht werden. Die Abteilung WP ist an vielen internationalen Weltraummissionen zur Erforschung erdähnlicher Planeten und deren Monde sowie den beiden Riesenplaneten Jupiter und Saturn inklusive deren Monde beteiligt (NASA, ESA, Russland, Japan, Indien).

Theoretische Modelle der Planetenentstehung werden entwickelt und mit den Beobachtungen verglichen. Dazu hat die Abteilung WP zum HARPS Instrument am European Southern Observatory (ESO) in Chile beigetragen, welches extra-solare Planeten durch deren Einfluss auf die Bahn ihres Sternes nachweist. Zudem ist die Abteilung WP ein wichtiger Partner bei der Entdeckung und Charakterisierung von extra-solaren Planeten. Spezielles Augenmerk wird auf die Modellierung der beobachteten Vielfalt von Planeten gelenkt. Die Erweiterung dieser Modelle zielt auch auf die Modellierung der Atmosphären dieser Planeten, welche wiederum Informationen über deren Entstehung liefern sowie eventuelle Informationen über biologische Aktivität beinhalten könnten.



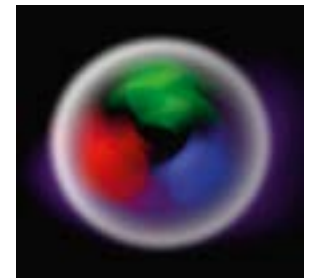
Theoretische Modelle und numerische Simulationen helfen die Planetenentstehung zu verstehen.

## Institut für Theoretische Physik

[www.itp.unibe.ch](http://www.itp.unibe.ch)

Das Institut für Theoretische Physik (ITP) erforscht eine Vielzahl von Themen aus dem Bereich der Elementarteilchenphysik, von der Wechselwirkung von Hadronen bei tiefen Energien, zu Prozessen an Teilchenbeschleunigern bis zur Stringtheorie. Einen Schwerpunkt bildet die Quantenchromodynamik, die Theorie der starken Wechselwirkung.

Die starke Wechselwirkung ist einerseits verantwortlich für die Bindung der Quarks im Proton und im Neutron, andererseits auch für die Bindung der Protonen und Neutronen in einem Atomkern. Die Theorie, welche diese Wechselwirkung beschreibt, heisst Quantenchromodynamik (QCD). Diese Theorie lässt sich sehr kompakt und elegant formulieren. Jedoch ist aufgrund der Stärke der Wechselwirkung das Verhalten der Quarks und Gluonen äusserst komplex. Es ist daher oft unmöglich, Vorhersagen direkt aus der QCD abzuleiten. In vielen Fällen kann man aber mittels sogenannter effektiver Theorien die QCD systematisch annähern und die Symmetrieeigenschaften ausnützen, die sich ergeben, wenn die Quarks entweder sehr leicht oder sehr schwer sind. Das ITP hat wesent-



Die Quantenchromodynamik ist die Theorie der starken Wechselwirkung. Sie beschreibt, wie Quarks Protonen und Neutronen bilden.

liche Beiträge zur Entwicklung dieser Methode geleistet und durch zahlreiche Anwendungen das Verständnis der QCD verbessert. Genaue Berechnungen der Effekte der starken Wechselwirkung sind wichtig, insbesondere bei der Suche nach neuen Teilchen und neuen Wechselwirkungen an Teilchenbeschleunigern, wie etwa dem Large Hadron Collider (LHC) am CERN.



Numerische Simulationen mittels Supercomputern helfen, die Auswirkungen der starken Wechselwirkung zu verstehen.

Eine weitere Methode, das Problem der starken Wechselwirkung anzugehen, besteht darin, numerische Rechnungen mithilfe von Supercomputern durchzuführen. Dazu unterteilt man den Raum und die Zeit auf sehr kleinen Skalen. Am ITP werden solche Simulationen durchgeführt und neue Methoden entwickelt, um deren Genauigkeit zu verbessern. Aufgrund der Komplexität der QCD ist es oft nur mittels numerischer Simulationen möglich, bestimmte Fragen zu beantworten. Auch in der Physik der kondensierten Materie gibt es viele Systeme mit äusserst komplexem Verhalten. Das ITP forscht auch auf diesem Gebiet. Dabei kommen dieselben Techniken zum Einsatz, wie sie für die QCD entwickelt wurden.



Auf der Suche nach einer vereinheitlichten Theorie: Supersymmetrie und Stringtheorie.

Nach fünfzigjähriger experimenteller und theoretischer Forschung hat man die Theorie der starken, schwachen und elektromagnetischen Wechselwirkung mit eindrücklicher Präzision bestätigt. Es gibt jedoch noch immer viele grundlegende offene Fragen, die weitere Studien erfordern. Liegt diesen drei Kräften ein tieferliegendes gemeinsames Schema zugrunde? Gibt es eine vereinheitlichte Theorie, welche auch den geeigneten Rahmen darstellen könnte, um die Kosmologie unmittelbar nach dem Urknall zu verstehen? Einer der wichtigsten offenen Punkte ist das Zusammenspiel der Gravitation mit den drei oben erwähnten Wechselwirkungen. Wie kann man die Einsteinsche Allgemeine Relativitätstheorie und die Quantenphysik unter einen Hut bringen? Am ITP gibt es Gruppen, die an diesen Problemen arbeiten. Dazu entwickeln sie neue physikalische und mathematische Ideen und Methoden. Schwerpunkte in dieser Richtung bilden supersymmetrische Feldtheorien, Supergravitation und Stringtheorie.

## Das Bachelorstudium

Das Bachelorstudium dauert in der Regel sechs Semester und endet mit dem ersten berufsqualifizierenden Abschluss in Physik. Es ist Voraussetzung für die weiterführenden Masterstudiengänge in Experimentalphysik, Theoretischer Physik oder Astronomie. In diesem Studienabschnitt werden die Grundlagen der Physik gelehrt.

### Studieninhalt

Die Lerninhalte des Bachelorstudiums lassen sich in drei Gruppen einteilen: Experimentalphysik, Theoretische Physik und Mathematik. Die Physik als exakte Naturwissenschaft kann nur durch ein ständiges Wechselspiel zwischen Theorie und Experiment neues Wissen schaffen. Dabei dient die Mathematik als gemeinsame Sprache. Deshalb sind Vorlesungen in reiner Mathematik obligatorischer Bestandteil des Bachelorstudiums. Es besteht zudem die Möglichkeit, sogenannte freie Leistungen zu belegen. Diese erlauben es, den Horizont über die Physik hinaus zu erweitern, zum Beispiel durch den Besuch wirtschaftswissenschaftlicher oder philosophischer Vorlesungen.

Parallel zu den obligatorischen Mathematikvorlesungen beinhaltet das erste Studienjahr die beiden Veranstaltungen Physik I/II und Mathematische Methoden I/II. In Kombination mit einer intensiven Einführung in die mathematischen Grundlagen der Physik wird im Rahmen dieser Vorlesungen fundamentales Wissen in klassischer Physik vermittelt. Anhand einer Vielzahl von Experimenten werden die physikalischen Gesetze der Mechanik, Thermodynamik und Elektrodynamik auf spannende und anschauliche Weise dargestellt.

Die weiterführenden Vorlesungen in experimenteller Physik wenden sich anschliessend den Disziplinen der modernen Physik zu, wie Atomphysik, Festkörperphysik, Elementarteilchenphysik oder Optik. Eng verbunden mit den Experimentalphysikvorlesungen sind die Laborpraktika im zweiten, dritten und fünften Semester.

Bereits im zweiten Semester beginnt ein Streifzug durch verschiedene Gebiete der theoretischen Physik. Dieser beinhaltet Vorlesungen über theoretische Mechanik,

Studienbeginn:

- Das Bachelorstudium beginnt Mitte September. Die genauen Semesterdaten finden Sie unter [http://www.unibe.ch/studium/daten/semesterdaten/index\\_ger.html](http://www.unibe.ch/studium/daten/semesterdaten/index_ger.html)

Zulassung/Anmeldung zum Studium:

- Weitere Informationen finden Sie unter [http://www.unibe.ch/studium/studienangebote/bachelor/bewerbung/index\\_ger.html](http://www.unibe.ch/studium/studienangebote/bachelor/bewerbung/index_ger.html)

Gebühren:

- Die aktuellen Gebühren sind aufgeführt unter [http://www.unibe.ch/studium/organisatorisches/semestereinschreibung/gebuehren/index\\_ger.html](http://www.unibe.ch/studium/organisatorisches/semestereinschreibung/gebuehren/index_ger.html)

Studienberatung:

- Ansprechpartner für Fragen, die das Bachelorstudium an der philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät betreffen, sind zu finden unter [http://www.physik.unibe.ch/ueber\\_uns/kontakt/index\\_ger.html](http://www.physik.unibe.ch/ueber_uns/kontakt/index_ger.html)

Spezielle Relativitätstheorie, Elektrodynamik, Quantentheorie, Thermodynamik und Klassische Feldtheorie.

Wer sich für die astrophysikalische Beschreibung von Galaxien oder den Aufbau und die Dynamik unseres Planetensystems interessiert, hat die Möglichkeit, im Rahmen des Bachelorstudiums seinen Schwerpunkt in der Astronomie zu setzen.

Im sechsten Semester wird die Bachelorarbeit verfasst. Sie hat zum Ziel, eine Problemstellung aus der experimentellen oder theoretischen Physik selbständig zu bearbeiten und die erreichten Resultate im Rahmen einer schriftlichen Arbeit festzuhalten. Die Bachelorarbeit gewährt bereits erste Einblicke in die universitäre Forschung.



Das Physikstudium an der Universität Bern zeichnet sich durch eine ausserordentlich gute Betreuung der Studierenden aus.

Alle Pflichtvorlesungen im Bachelorstudium werden von ProfessorInnen gehalten. Fragen und Diskussionen während diesen Veranstaltungen sind durchaus erwünscht! Die meisten Vorlesungen werden von Übungen begleitet, die entweder von Assistierenden oder Studierenden aus höheren Semestern betreut werden. Im Übungsbetrieb wird der Vorlesungsstoff an praktischen Beispielen vertieft und das Lösen konkreter Aufgaben trainiert.

Die meisten Prüfungen finden zu Beginn oder gegen Ende der Semesterferien entweder in schriftlicher oder mündlicher Form statt. Bei erfolgreichem Bestehen werden die erzielten Leistungspunkte (ECTS Punkte) erteilt. Insgesamt umfasst das Bachelorstudium 180 ECTS Punkte. Die Unterrichtssprachen im Bachelorstudium sind die an der Universität Bern gepflegten Sprachen, also Deutsch und Englisch.

Sem.	Mathematische Methoden der Physik	Experimentalphysik	Theoretische Physik	Labor	Mathematik
1	Mathematische Methoden I	Physik I			Analysis I Lineare Algebra I
2	Mathematische Methoden II	Physik II	Mechanik I mit Relativitätstheorie	Praktikum I Proseminar I	Analysis II Lineare Algebra II
3	Mathematische Methoden III		Elektrodynamik  Quantentheorie I	Praktikum II	Analysis III
4	Computerorientierte Physik	Atomphysik	Quantentheorie II  Statistische Thermodynamik I		Vorlesung nach Wahl
5		Kernphysik  Festkörperphysik	Mechanik II  Statistische Thermodynamik II	Laborkurs Moderne Physik I	
6		Elementarteilchenphysik  Modern Optics  BACHELORARBEIT	Klassische Feldtheorie		

### Studienplan Bachelor Physik

(Details sind zu finden unter [http://www.physik.unibe.ch/studium/lehrveranstaltungen/bachelorprogramm/index\\_ger.html](http://www.physik.unibe.ch/studium/lehrveranstaltungen/bachelorprogramm/index_ger.html))

# Das Masterstudium

Das Masterstudium dauert in der Regel drei Semester und endet mit dem zweiten berufsqualifizierenden Abschluss in Physik. Es ist Voraussetzung für eine Dissertation in Angewandter Physik, Experimentalphysik, Theoretischer Physik oder Astronomie. In diesem Studienabschnitt werden spezifische Inhalte vertieft und Grundkenntnisse erweitert.

## Studieninhalt

### Studienbeginn:

- Das Masterstudium beginnt Mitte September. Die genauen Semesterdaten finden Sie unter [http://www.unibe.ch/studium/daten/semesterdaten/index\\_ger.html](http://www.unibe.ch/studium/daten/semesterdaten/index_ger.html)

### Zulassung/Anmeldung zum Studium:

- Weitere Informationen finden Sie unter [http://www.unibe.ch/studium/studienangebote/master/bewerbung/index\\_ger.html](http://www.unibe.ch/studium/studienangebote/master/bewerbung/index_ger.html)

### Gebühren:

- Die aktuellen Gebühren sind aufgeführt unter [http://www.unibe.ch/studium/organisatorisches/semestereinschreibung/gebuehren/index\\_ger.html](http://www.unibe.ch/studium/organisatorisches/semestereinschreibung/gebuehren/index_ger.html)

### Studienberatung:

- Ansprechpartner für Fragen, die das Masterstudium an der philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät betreffen, sind zu finden unter [http://www.physik.unibe.ch/ueber\\_uns/kontakt/index\\_ger.html](http://www.physik.unibe.ch/ueber_uns/kontakt/index_ger.html)

Das Masterstudium vertieft und spezialisiert die im Bachelorstudium erworbenen Grundkenntnisse. Die Spezialisierung geht entweder in Richtung Astronomie, Experimentalphysik, Angewandter Physik oder Theoretischer Physik. Die Studierenden lernen, physikalische Problemstellungen zu erfassen und unter Anleitung zu lösen. In diesem Sinne ist das Masterstudium eine forschungsorientierte Ausbildung, die oft über den aktuellen Kenntnisstand der Physik hinaus geht. Die Unterrichtssprache im Masterstudium ist Englisch, da Studierende in diesem Studienabschnitt vermehrt aus dem Ausland kommen. Der umfangreichste Teil des Masterstudiums ist die Masterarbeit. Diese erlaubt kreatives Mitarbeiten an spannenden und aktuellen Forschungsthemen in einer der vielen Arbeitsgruppen. Die Masterarbeit wird mit einer schriftlichen Arbeit und einer Masterprüfung abgeschlossen.

Im experimentell orientierten Masterstudium werden zunächst experimentelle Methoden und Messtechniken behandelt sowie numerische Methoden zur Aufbereitung und Auswertung erzielter Messresultate gelehrt. Parallel dazu findet ein weiterer Laborkurs statt, in dem moderne



Intensives und effektives Arbeiten in kleinen Gruppen ist eines der Markenzeichen des Physikstudiums in Bern.

Themen der Physik, wie nichtlineare Optik, chaotische Systeme oder Strömungsphänomene im Ozean, experimentell untersucht werden. Hierbei kann man Gelerntes praktisch umsetzen und sich so auf die in den beiden letzten Semestern folgende Masterarbeit vorbereiten. Eine Reihe von «Advanced Courses» behandelt grundlegende Themen der Physik, die im Bachelorstudium nur am Rande besprochen werden konnten, wie zum Beispiel Plasmaphysik oder die Physik der Flüssigkeiten. Begleitend zur eigentlichen Masterarbeit im zweiten und dritten Semester nehmen die Studierenden auch an Seminaren teil, halten dort selbst Vorträge und vertiefen ihr Wissen in zwei Spezialvorlesungen. Diese dienen in erster Linie dazu, erweiterte Kenntnisse zum Thema der Masterarbeit zu vermitteln.

Auch im theoretisch ausgerichteten Masterstudium widmet sich das erste Semester dem Erarbeiten notwendiger Methoden. Neben einer zusätzlichen Vorlesung in reiner Mathematik werden in umfangreichen Übungen grundlegende Rechenmethoden der theoretischen Physik erlernt. Die beiden Vorlesungen zur Quantenfeldtheorie vermitteln zudem die theoretischen Grundlagen der Hochenergiephysik, welche zum Verfassen der Masterarbeit nötig sind. In allen drei Semestern nehmen die Studierenden an Seminaren teil und vertiefen ihr Wissen entsprechend ihrer thematischen Wahl für die Masterarbeit in begleitenden Spezialvorlesungen.

Das Masterstudium umfasst insgesamt 90 ECTS Punkte.



# Die Dissertation

Die Dissertation dauert in der Regel drei bis vier Jahre und endet mit der Vergabe des Dokortitels in Physik. In diesem Studienabschnitt arbeitet man an einem modernen Forschungsthema der Physik mit dem Ziel, neues Wissen zu kreieren.

## Studieninhalt

In einer Dissertation beschäftigt man sich über mehrere Jahre mit einem Forschungsthema, oft eingebettet in ein grösseres Forschungsprojekt. Doktorierende arbeiten meistens in einem Team zusammen mit anderen Doktorierenden, Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen. Sie sind angehalten, eigenständige wissenschaftliche Beiträge zu erarbeiten und in Fachzeitschriften zu publizieren. Meist werden Forschungsergebnisse auch auf nationalen und internationalen Konferenzen entweder in Form von Postern oder Vorträgen vorgestellt. Einige Projekte sind mit Forschungsaufenthalten an Grossforschungsanlagen oder Partnerinstituten im In- und Ausland verbunden. Die Dissertation endet mit einer schriftlichen Arbeit und einer Prüfung oder einem öffentlichen Vortrag mit anschließender Diskussion.

### Zulassungsbedingungen:

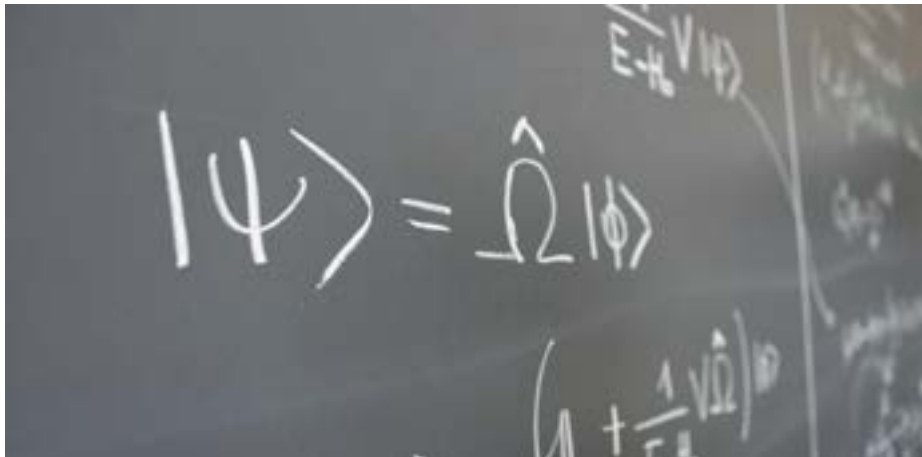
- Master in Science
- Weitere Informationen finden Sie unter [http://www.unibe.ch/studium/studienangebote/doktorat/bewerbung\\_und\\_zulassung/index\\_ger.html](http://www.unibe.ch/studium/studienangebote/doktorat/bewerbung_und_zulassung/index_ger.html)

### Studienbeginn:

- Eine Dissertation kann jederzeit begonnen werden

### Gebühren:

- Semestergebühren



# Studierendenvertretung

Die Studierenden sind auf drei Ebenen vertreten:

- Der Verband Schweizer Studierender vertritt alle Studierenden der Schweizer Universitäten und Hochschulen. Er setzt sich auf eidgenössischer Ebene für die Anliegen der Studierenden ein.
- Die StudentInnenschaft der Universität Bern (SUB) befasst sich mit der Gesamtuniversität Bern. Sie ist Ansprechpartnerin der Öffentlichkeit und der Kantonsregierung.
- Die Fachschaften gehören zur SUB. Sie wirken jeweils auf der Fachbereichsebene.

Die Fachschaften bilden die kleinste Einheit innerhalb der Organisationsstruktur der SUB. Alle SUB-Mitglieder, die dasselbe Fach studieren (egal ob als Haupt-, Neben- oder Ergänzungsfach), bilden zusammen eine Fachschaft. Mit der Immatrikulation wird also jedes SUB-Mitglied automatisch Mitglied der Fachschaft ihrer/seiner Studienrichtung.

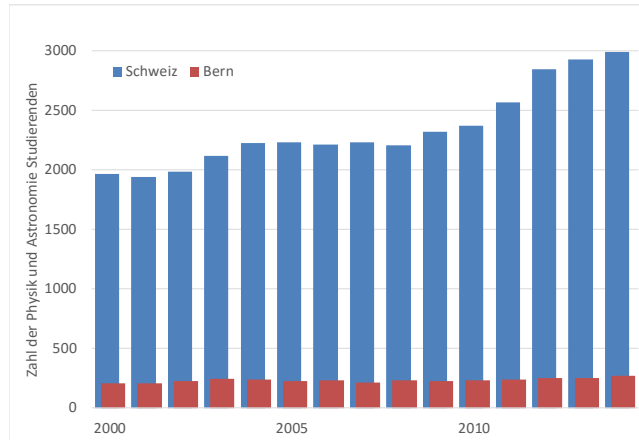
Eine wichtige Aufgabe der Fachschaft Physik/Astronomie (FPA) besteht darin, die Studierenden auf dem Weg durch die Uni zu unterstützen. Die Fachschaft gibt Auskünfte über Studienreglemente, Stundenpläne und Prüfungen. Sie kann bei diesen Themen besonders gut helfen, da sie die fachspezifischen Probleme am besten und aus eigener Erfahrung kennt - nicht nur die Reglemente, sondern auch deren Anwendung. Zusätzlich will die FPA den StudienanfängerInnen helfen, Anonymität und anfängliche Unsicherheit im Studium zu überwinden, und die Zusammenarbeit unter den Studierenden fördern. Es ist die Fachschaft, welche die Studierenden gegenüber den Instituten, der Fakultät und der Universität vertritt.

Neben der Vertretung der Studierendeninteressen hat die FPA ein weiteres, gleichrangiges Ziel: den Kontakt zwischen den Studierenden der verschiedenen Jahrgänge zu fördern. Durch die starke Verschulung des Studiums kommt es selten vor, dass im Hörsaal auch ältere Semester sitzen. Doch ist es gerade im Grundstudium wichtig, Kontakt mit Leuten aus höheren Semestern zu haben. Oft können diese Tipps für Prüfungen oder andere Probleme geben. An den verschiedenen Anlässen der FPA hat man Gelegenheit zur Kontaktaufnahme. Jedes Semester organisiert die FPA zudem diverse Anlässe für die Physikstudierenden. Antworten auf Fragen zum Studium findet man auch auf [www.fpa.unibe.ch](http://www.fpa.unibe.ch) oder [fpa@sub.unibe.ch](mailto:fpa@sub.unibe.ch) sowie auf [www.physik.unibe.ch](http://www.physik.unibe.ch).

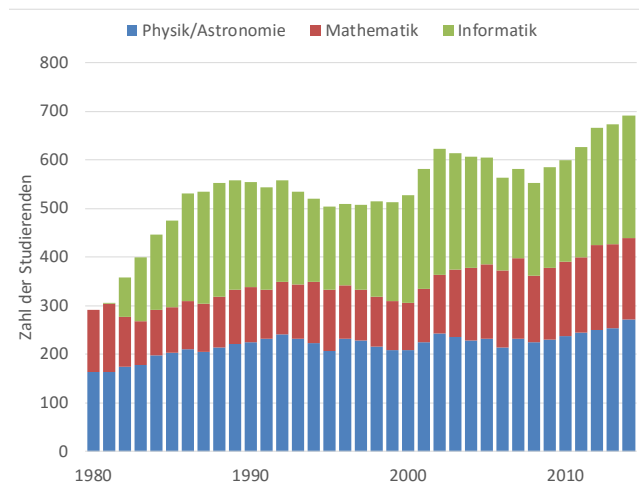
## Zahlen zur Physik und Astronomie in Bern

Physik und Astronomie werden in der Schweiz an fünf kantonalen und zwei eidgenössischen Hochschulen gelehrt. Während die beiden eidgenössischen Hochschulen sich auf technisch/naturwissenschaftliche Fächer beschränken, sind die kantonalen Universitäten sogenannte Volluniversitäten mit allen Fachbereichen.

Im Verlauf der letzten 10 Jahre ist die Zahl der Studierenden in der Physik/Astronomie leicht angestiegen. Gegen zwei Drittel aller PhysikerInnen werden an den beiden eidgenössischen Hochschulen ausgebildet. Von den fünf kantonalen Universitäten bildet Bern die meisten PhysikerInnen aus.



In Bern studieren etwas mehr als ein Drittel aller Studierenden der exakten Wissenschaften Physik bzw. Astronomie. Die absolute Zahl liegt bei rund 200 mit leicht steigender Tendenz über die letzten 25 Jahre betrachtet. Die Zahl der Professoren und Dozenten liegt in Bern heute bei ungefähr 28, was zu einem sehr guten Betreuungsverhältnis führt: Auf eine Lehrperson kommen etwa 7 Studierende.



## Physikerinnen und Physiker im Beruf

Exzellente qualifizierte Hochschulabsolventen und Absolventinnen gelten als treibende Kraft für die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit einer Volkswirtschaft. PhysikerInnen spielen dabei eine grosse Rolle, da sie aufgrund ihrer Ausbildung in den unterschiedlichsten Berufszweigen kreativ mitwirken können. Insbesondere ihr Abstraktionsvermögen und ihr problemorientiertes Denken machen sie zu gefragten Mitarbeitern.

Physikerinnen und Physiker sind in einem breiten Spektrum von Berufen tätig. Die Arbeitsgebiete reichen von Grundlagenforschung über Industrieforschung bis hin zur Entwicklung und Produktion von Apparaturen und komplexen Anlagen. Physikerinnen und Physiker arbeiten im technischen Vertrieb, in der technischen und administrativen Planung, übernehmen unternehmerische Verantwortung und finden sich im Management von Firmen. Des Weiteren nehmen viele eine Anstellung als Lehrerinnen und Lehrer in verschiedenen Schulen an, und manche beginnen eine Hochschulkarriere. Das schon immer breite Berufsfeld der Physikerin bzw. des Physikers wird durch die vielen neuen Entwicklungen in Wissenschaft und Technik ständig verändert und erweitert.



Um den Anforderungen zu genügen, benötigen Physikerinnen und Physiker eine breite und fundierte naturwissenschaftliche Ausbildung. Neben der reinen Physik sind gute Kenntnisse in Mathematik und Informatik, aber auch ein gutes technisches Verständnis wichtig. Viele Arbeitgeber erwarten die Fähigkeit, physikalisches Grundlagenwissen und Abstraktionsvermögen zur Lösung von Aufgabenstellungen und Problemen in den unterschiedlichsten Bereichen einzusetzen. Dazu gehören oftmals auch komplexe, interdisziplinäre Forschungs- und Entwicklungsprojekte. Die wichtigsten Eigenschaften einer Physikerin bzw. eines Physikers sind daher die Vielseitigkeit, die Fähigkeit, Wesentliches zu erkennen und sich selbständig und effizient in neue Problemstellungen einzuarbeiten.

Welchen Beruf PhysikerInnen nach Abschluss des Studiums ausüben, ist schwer zu erraten. Meist werden sie auf einem Gebiet arbeiten, das mit dem Studium selbst nur am Rande zu tun hat.

Zwei ehemalige Studierende schreiben:

### Bettina Sinzig, Diplom-Physikerin (Experimentelle Physik)

«Zu meinem 17. Geburtstag erhielt ich das Buch «Eine kurze Geschichte der Zeit» von Stephen Hawking. Spätestens mit dem Lesen dieses Buches war klar, dass mich die Geschichte des Universums vom Urknall bis heute fasziniert. Im Gymnasium waren Mathematik und Physik sicher Fächer, die ich gerne besuchte, aber die guten Noten hatte ich nicht unbedingt in der Physik. So hätte ich dann – rein nach den Noten im Maturazeugnis beurteilt – auch Deutsch studieren sollen, und garantiert nicht Physik. Doch mein Interesse galt klar der Kosmologie und der Raumfahrt, also zwei Fachgebieten der Physik, und nicht der Germanistik. So entschied ich mich, die grosse Herausforderung anzunehmen und ein Physikstudium zu beginnen. Während dem Studium genoss ich die schon fast familiäre Atmosphäre. Wir Studenten halfen einander bei den Mathematikaufgaben und bei den administrativen Fragen rund ums Studium. Die Diplomarbeit war klar der Höhepunkt, die schönste Zeit an der Uni. Das Physik-Diplom in der Hand stand nun die grosse Entscheidung an: «Was will ich jetzt?» Mich reizte neben einer Dissertation am physikalischen Institut in Bern und dem Lehrerberuf auch der Schritt in die Privatwirtschaft, was auch immer das heissen sollte. Im ersten Moment war mir wichtig, dass ich weiterhin mit physikalischen Problemen zu tun habe, und nicht «nur» meine mathematischen Fähigkeiten gefragt sind. Mit diesen Vorsätzen landete ich in der Unfallforschung der AXA Winterthur, welche sich für die Prävention im Strassenverkehr einsetzt. Meine Aufgaben umfassen Vorträge und Texte zum Thema Prävention im Strassenverkehr, die Beratung der Versicherungsfachleute zu technischen Neuerungen, die Arbeit mit Dummies bei Crash Tests, aber auch das Interpretieren von Forschungsergebnissen und die internationale Zusammenarbeit mit Partnerinstituten in der ganzen Welt. Bei meiner täglichen Arbeit kommen mir sowohl das Erlernte und die Erfahrungen aus der Diplomarbeitszeit zugute, als auch die schnelle Auffassungsgabe, der Blick für das Wesentliche und das Erkennen von Zusammenhängen, was ich alles während des Studiums der Physik gelernt habe. Meine berufliche Karriere entwickelte sich in Richtung Führung – nach 6 Jahren im Team der Unfallforschung habe ich die Leitung dieses Teams übernehmen können – somit wurden die Fachkenntnisse etwas weniger wichtig, die rasche Auffassungsgabe, der Blick fürs Wesentliche und das Erkennen von Zusammenhängen werden jedoch auch in Zukunft wichtig sein.»

### Christoph Häfeli, PhD (Theoretische Physik)

«Ich habe am Albert Einstein «Center for Fundamental Physics - Institute for Theoretical Physics» in der Teilchenphysik promoviert. Nach einem Postdoc in Spanien setzte ich meinen Weg in der Industrie fort, zuerst in der Rückversicherung und seit einem halben Jahr in der Energiewirtschaft. Ich arbeite dort als «Risk Manager» im Energiehandel zusammen mit anderen Physikern, Mathematikern und Volkswirten in einem kleinen Team von 6 Mitarbeitern. Als Risk Manager unterstütze ich einerseits die Händler und das Management beim Energiehandel. Andererseits bin ich involviert in der Weiterentwicklung von Modellen und Simulationen. In beiden Tätigkeitsbereichen ist das im Physikstudium erworbene Wissen für mich hilfreich. Die Kenntnis der elektrotechnischen Grundlagen erlaubt eine erleichterte Kommunikation mit unseren Ingenieuren, Kenntnisse beispielsweise zur Lösung von partiellen Differentialgleichungen ein fundamentales Verständnis der verwendeten Modelle. Am wertvollsten aus meinem Physikstudium und den folgenden Jahren stufe ich aber die Erfahrungen aus der Zusammenarbeit im wissenschaftlichen Umfeld ein. Ein Umfeld, das mir vorgezeigt hat, wie man sich an neue Problemstellungen herantastet und nach intensiver gemeinsamer Arbeit schöne neue Erkenntnisse findet.»

## Kontakte und Adressen

Aktuelle Öffnungszeiten sind unter den angegebenen Web Adressen zu finden.

**Studienleitung:**

Sekretariat  
Frau Marcella Esposito  
Physikalisches Institut, Laboratorium für Hochenergiephysik (LHEP)  
Sidlerstrasse 5  
3012 Bern

Telefon: +41 (0)31 631 40 87  
Web: [www.lhep.unibe.ch](http://www.lhep.unibe.ch)  
E-Mail: [marcella.esposito@lhep.unibe.ch](mailto:marcella.esposito@lhep.unibe.ch)

Studienleiter  
Herr Prof. Adrian Jäggi  
Astronomisches Institut  
Sidlerstrasse 5  
3012 Bern

Telefon: +41 (0)31 631 85 96  
Web: [www.aiub.unibe.ch](http://www.aiub.unibe.ch)  
E-Mail: [adrian.jaeggi@aiub.unibe.ch](mailto:adrian.jaeggi@aiub.unibe.ch)

**Zulassung, Immatrikulation und Beratung::**

Hochschulstr. 4  
Erdgeschoss, Büro 020  
3012 Bern

Telefon: +41 (0)31 631 39 11  
Web: [www.zib.unibe.ch](http://www.zib.unibe.ch)  
E-Mail: [info@zib.unibe.ch](mailto:info@zib.unibe.ch)

**Fachschaft:**

Sidlerstrasse 5  
3012 Bern

Web: [www.fpa.unibe.ch](http://www.fpa.unibe.ch)  
E-Mail: [fpa@sub.unibe.ch](mailto:fpa@sub.unibe.ch)

**Phil.-nat. Dekanat:**

Phil.-nat. Dekanat  
Sidlerstrasse 5  
3012 Bern

Telefon: +41 (0)31 631 33 41  
Web: [www.philnat.unibe.ch](http://www.philnat.unibe.ch)  
E-Mail: [claudia.scherrer@natdek.unibe.ch](mailto:claudia.scherrer@natdek.unibe.ch)

**Unisport:**

Telefon: +41 (0)31 631 47 67  
Web: [www.sport.unibe.ch](http://www.sport.unibe.ch)  
E-Mail: [info@sport.unibe.ch](mailto:info@sport.unibe.ch)

**Akademische Berufsberatung Bern:**

Berufs-, Studien- und Laufbahnberatung  
BIZ Bern-Mittelland  
Bremgartenstrasse 37  
Postfach  
3001 Bern

Telefon: +41 (0)31 633 80 00  
Web: [www.erz.be.ch](http://www.erz.be.ch)  
E-Mail: [biz-bern-mittelland@erz.be.ch](mailto:biz-bern-mittelland@erz.be.ch)

**Mensa:**

Gesellschaftsstrasse 2  
3012 Bern

Telefon: +41 (0)31 631 50 20  
Web: [http://www.mensa.unibe.ch/standorte\\_und\\_oeffnungszeiten/gesellschaftsstrasse/](http://www.mensa.unibe.ch/standorte_und_oeffnungszeiten/gesellschaftsstrasse/)  
E-Mail: [mensaunibe@zfv.ch](mailto:mensaunibe@zfv.ch)

# Quellen- und Bildverzeichnis

## Geschichte der Universität Bern:

Rogger F. (2008): [www.uniarchiv.unibe.ch/content/geschichte/index\\_ger.html](http://www.uniarchiv.unibe.ch/content/geschichte/index_ger.html), Stand: 20.2.2010.

Bild Hauptgebäude Universität Bern: [www.unibe.ch/fotogalerie/](http://www.unibe.ch/fotogalerie/), Stand: 16.5.2010.

## Geschichte der Physik und Astronomie in Bern:

Verdun A. (2006): Zwei Jahrhunderte zwischen Himmel und Erde, UniPress 130.

Scandola P. (Redaktion), (1984): Hochschulgeschichte Berns 1528-1984, Zur 150-Jahr-Feier der Universität Bern 1984, Herausgegeben im Auftrag des Regierungsrates des Kantons Bern von der Kommission für bernische Hochschulgeschichte, Hallwag AG, Bern.

[www.einstein.unibe.ch/history.html](http://www.einstein.unibe.ch/history.html), Stand: 20.2.2010.

[www.uniaktuell.unibe.ch/content/umweltnatur/2005/einstein](http://www.uniaktuell.unibe.ch/content/umweltnatur/2005/einstein), Stand: 20.2.2010.

Hentschl A. M., Grasshof G. (2005): Albert Einstein - «Jene glücklichen Berner Jahre», Stämpfli Verlag AG, Bern.

Bild Einstein Nachhilfeunterricht, S. 6: dito.

[www.phinst.unibe.ch/unibe/philnat/physik/content/e4069/e4666/greinacher\\_leben\\_ger.pdf](http://www.phinst.unibe.ch/unibe/philnat/physik/content/e4069/e4666/greinacher_leben_ger.pdf), Stand: 23.2.2010.

Bild Portrait Greinacher, S. 6: dito.

Landrock K. (2003): Friedrich Georg Houtermans (1903–1966) – Ein bedeutender Physiker des 20. Jahrhunderts, Naturwissenschaftliche Rundschau, 56. Jahrgang, Heft 4.

Bild Portrait Houtermans, S. 7: dito.

Bild neues Gebäude der exakten Wissenschaft: [www.bau.unibe.ch/architektur/exwi/exwi01.htm](http://www.bau.unibe.ch/architektur/exwi/exwi01.htm), Stand: 25.6.2010.

Bild altes Gebäude der exakten Wissenschaft: [www.bau.unibe.ch/architektur/exwi/exwi02.htm](http://www.bau.unibe.ch/architektur/exwi/exwi02.htm), Stand: 16.5.2010.

## Forschung in Physik und Astronomie:

Bilder S. 9/Bild S. 10 unten: Copyright: Universität Bern, Tom Wüthrich.

Übrige Bilder: Von den Instituten zur Verfügung gestellt.

## Zahlen zur Physik und Astronomie in Bern:

Bundesamt für Statistik: Studierende an den universitären Hochschulen (2010/11).

Universität Bern: Anzahl der Studierenden seit 1980.



## Impressum

### Redaktion:

Bänz Bessire, Thomas Feurer  
Institut für Angewandte Physik  
Universität Bern  
Sidlerstrasse 5  
3012 Bern

Druck: Schneider AG, Bern

4. Auflage: 1000 Exemplare

Version: April 2016