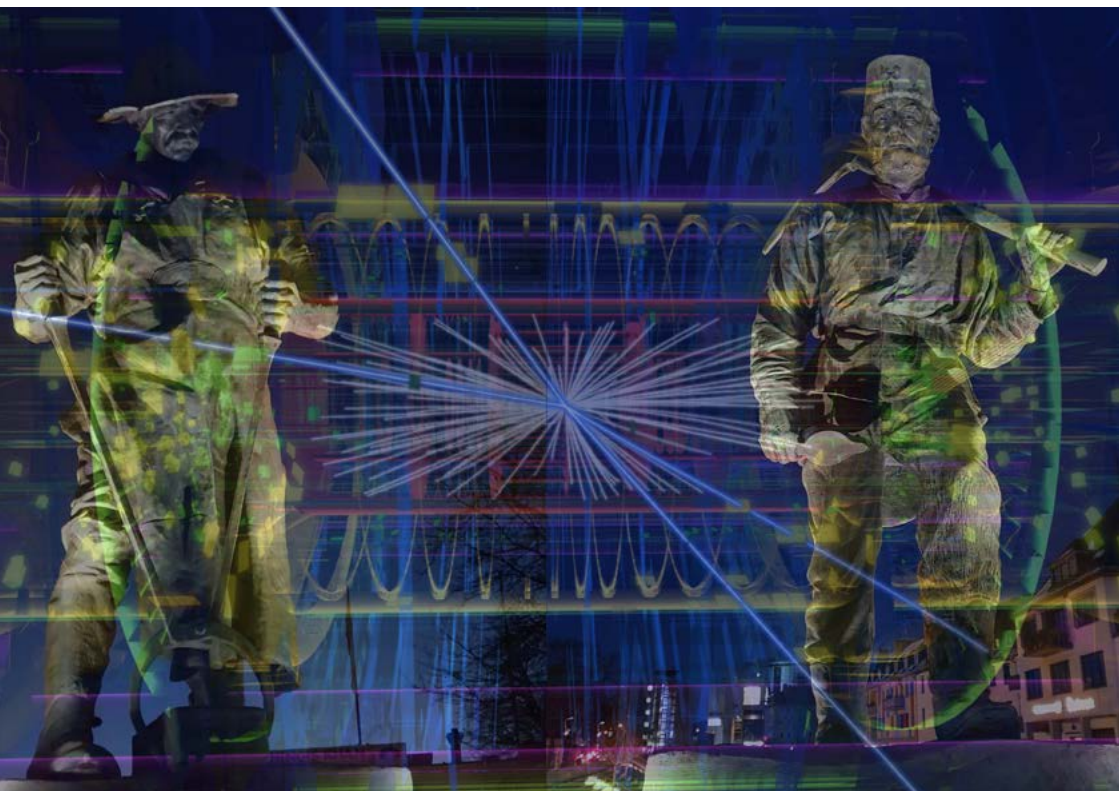


Bachelor of Science (Physik)



Universität Siegen

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät
Department Physik
Walter-Flex-Str. 3 / ENC-Campus
57072 Siegen

Kontakt

department@physik.uni-siegen.de
T +49 271 740 3700

www.physik.uni-siegen.de



Instagram-Kanal Fakultät IV

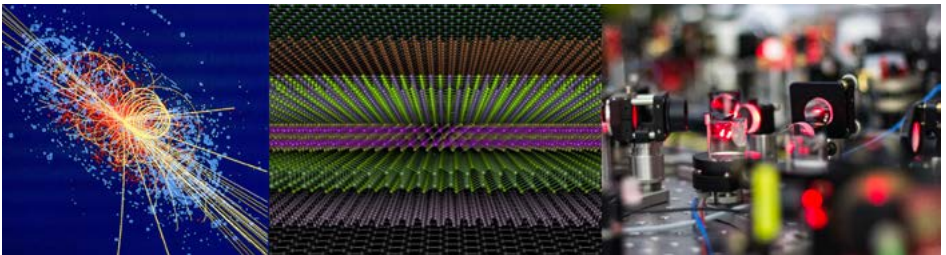
Warum Physik studieren?

Woraus besteht unsere Welt? Was hält sie im Innersten zusammen? Wie ist das Universum entstanden? Was sind die Grundlagen unserer modernen technischen Welt?

Du bist neugierig? Du hast Interesse an fundamentalen Fragen? Du hast Spaß an kniffligen Problemen und das nötige Durchhaltevermögen?

Dann ist das **Bachelorstudium in Physik** für dich eine perfekte Wahl!

Die moderne Physik hat unser Weltbild entscheidend geprägt. Sie ist die Basis aller Ingenieur- und Naturwissenschaften und viele technologische Entwicklungen sind ohne das Verständnis der physikalischen Zusammenhänge undenkbar. Das Bachelorstudium Physik bietet einen umfassenden Überblick über die Grundlagen der Physik und eröffnet damit den Zugang zu aktuellen Forschungsrichtungen wie Elementarteilchenphysik, Astroteilchenphysik, Quantenoptik oder Festkörperphysik.



Zum Studium gehören eine solide Ausbildung in Mathematik und die Vermittlung von überfachlichen Qualifikationen wie das Verfassen wissenschaftlicher Texte, wissenschaftliches Programmieren und Vortragskompetenz in deutscher und englischer Sprache. Darüber hinaus erwerben Studierende Kenntnisse im praxisbezogenen Bereich der Physik sowie in anderen Natur- oder Ingenieurwissenschaften.

Mit einem Bachelorabschluss in Physik hast du die beste Grundlage für den Masterstudiengang Physik und verwandte Studiengänge. Darüber hinaus bereitet dich das Studium auf Tätigkeiten in vielen Berufsfeldern vor. Die Möglichkeiten reichen von wissenschaftlichen Einrichtungen und Entwicklungsabteilungen von Industrieunternehmen über den gesamten IT-Bereich inklusive Big Data und künstlicher Intelligenz, Produktion und Vertrieb bis hin zu Versicherungen, Banken und Unternehmensberatungen.

Ist Physik das Richtige für mich?

Du warst in der Schule kein Überflieger in Mathe oder Physik oder deine Kenntnisse sind etwas eingerostet? Kein Problem! Wir machen dich vor Beginn eines jeden Semesters in unseren **Vorkursen** Physik und Mathematik fit. Die Fachschaft Physik bietet zusätzlich eine **Erstsemestereinführung** in jedem Semester an.

Bist du nicht sicher, ob Physik das Richtige für dich ist? Dann probier das doch einfach in einem Vorstudium im Rahmen von **Brücken ins Studium (BisS)** aus:

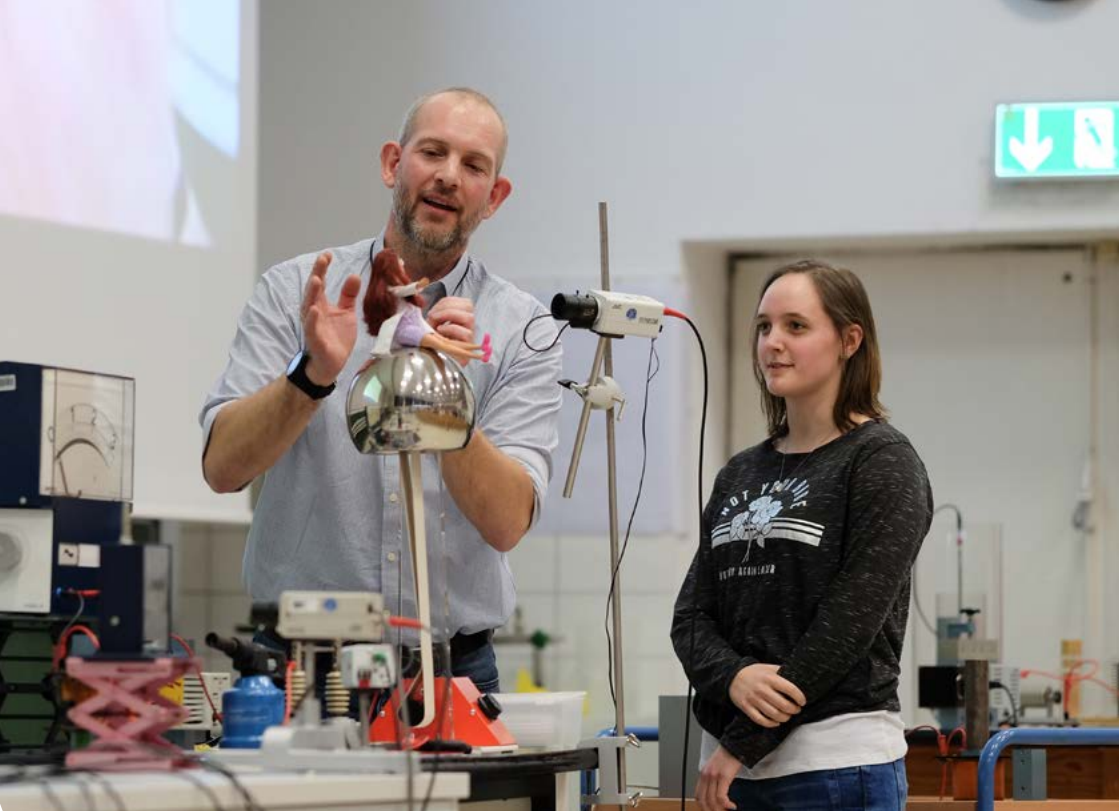
- Einblick in mehrere Studiengänge/-fächer
- Programm individuell gestaltbar
- gut vorbereitet ins Studium
- Einstieg zum Sommer- oder Wintersemester
- kein Bewerbungsverfahren
- Einschreibung als Studi möglich
- Anrechnung als Wartezeit
- Anrechnung bestandener Prüfungen
- Dauer: 1 bis 2 Semester
- kostenfrei



Die Grundvorlesungen der Physik eignen sich hier besonders, da sie die Basis für viele naturwissenschaftliche und technische Studiengänge bilden und dort auch angerechnet werden können.



Dina Wilks: „Nach dem Abi hatte ich noch keine konkreten Vorstellungen, in welche berufliche Richtung ich mich entwickeln möchte. Das Physikstudium ermöglichte mir eine breite Ausbildung und damit vielfältige Möglichkeiten für meinen beruflichen Werdegang.“



Und was wird sonst noch so geboten?

- **Schülerpraktika**

Du interessierst dich für Physik und möchtest gerne ein Praktikum bei uns machen? Dann melde dich doch einfach in unserem Departmentbüro mit deinem Wunschtermin.

- **MINToringSi**

Du besuchst die Oberstufe und Naturwissenschaften wie Mathe, Physik und Chemie sind genau dein Ding? Dann bewirb dich bei uns im Begleitprogramm „MINToringSi“. Hier werden Schülerinnen und Schüler auf ihrem Weg in ein MINT-Studium von Studierenden begleitet. Weitere Informationen findest du unter <http://www.mintorningsi.de/>.

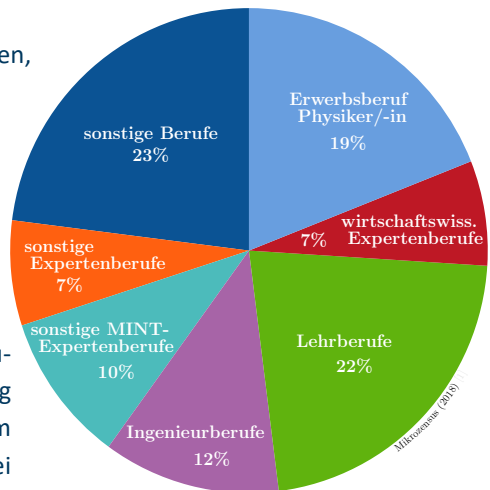
Was kann ich mit einem Studienabschluss in Physik machen?

Unser Verständnis der Welt beruht auf der modernen Physik mit ihrer Grundlagenforschung in Elementarteilchenphysik, Astrophysik, Quantenphysik und Festkörperphysik. Zudem ist die Physik die Grundlage aller Ingenieur- und Naturwissenschaften, und viele technologische Entwicklungen sind ohne das Verständnis der physikalischen Grundlagen undenkbar. Naturwissenschaftliche Grundlagenforschung ist der wesentliche Motor für nachhaltige Innovationen. So ist beispielsweise die Entdeckung von Halbleitermaterialien die Grundlage der gesamten modernen Informationstechnologie.

Die beruflichen Möglichkeiten für Physiker sind sehr breit und Physik-Alumni sind auf dem Arbeitsmarkt sehr gefragt. Der Astronaut Alexander Gerst, die ehemalige Kanzlerin Angela Merkel und der Fernsehwissenschaftsmoderator Ranga Yogeshwar sind nur drei prominente Beispiele für die vielfältigen Jobs, die von Physikerinnen und Physikern ausgeübt werden. Dabei wächst die Zahl der Tätigkeitsfelder ständig. Neben den klassischen Tätigkeiten wie z.B.

- Forschung und Lehre an Universitäten,
- Anwendungsforschung und Entwicklung in der Industrie,
- Lehre an Schulen,
- Planungsaufgaben im technischen und im Verwaltungsbereich

werden Physikerinnen und Physiker zunehmend in der Softwareentwicklung - insbesondere Big Data, maschinellem Lernen und künstlicher Intelligenz -, bei Banken und Versicherungen, oder bei





Unternehmensberatungen beschäftigt. Aktuelle Erhebungen spiegeln diese Vielfalt wider und belegen, dass sich lediglich ein Anteil von 20 Prozent mit einer Tätigkeit in klassischen Physikberufen, also dem „Erwerbsberuf Physiker“, wiederfindet.

Physikerinnen und Physiker werden dabei häufig als Generalisten gesehen, die wegen ihrer breiten Ausbildung komplizierte Probleme in verschiedenen Feldern lösen können. Deshalb haben unsere Absolventinnen und Absolventen hervorragende Arbeitsmarktchancen und werden nicht selten in leitenden Positionen in der Wirtschaft eingesetzt. Durch die Internationalität der Ausbildung können Absolvierende auch flexibel im Ausland arbeiten.

Die Deutsche Physikalische Gesellschaft beobachtet den Arbeitsmarkt für Physikerinnen und Physiker regelmäßig (Google: „DPG Arbeitsmarkt Physik“) und bestätigt nahezu Vollbeschäftigung in der Physik.

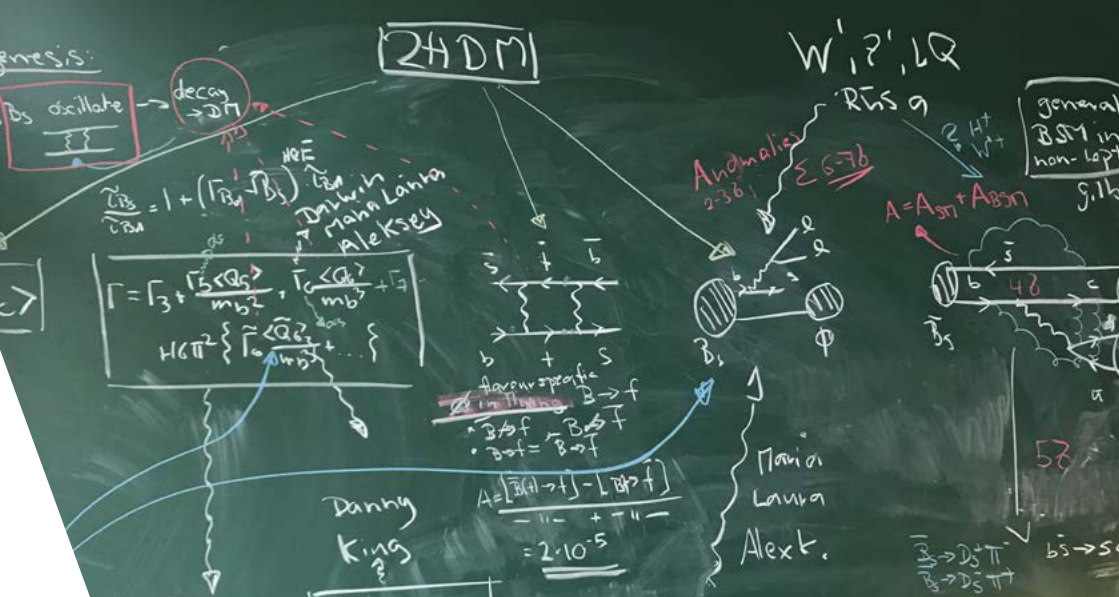
Nach einem Bachelor-Studium in Siegen kannst du ein Masterstudium nahtlos hinzufügen, und danach, je nach Neigung, auch eine Doktorarbeit in einer Forschungsgruppe anfertigen und somit an aktuellen Themen der Grundlagenforschung mitwirken. Siegener Alumni sind jedenfalls in den verschiedenen bereits aufgelisteten Branchen wiederzufinden und arbeiten an Schulen, Universitäten, in der Softwareentwicklung oder in der Unternehmensberatung.

Was genau lernt man im Bachelorstudium?

Das Bachelorstudium vermittelt die Grundausbildung in theoretischer und experimenteller Physik. In **Theoretischer Physik** lernst du die elegante mathematische Beschreibung von Naturgesetzen, während in der **Experimentellen Physik** Versuche vorgestellt und durchgeführt werden, mit denen die Gültigkeit dieser Naturgesetze überprüft werden kann. Die **Pflichtvorlesungen** (d.h. diese musst du belegen) behandeln die folgenden Themen aus theoretischer und experimenteller Perspektive:

- **Mechanik:** Wie beschreibt man die Bewegung von Massenpunkten unter dem Einfluss von einfachen Kräften, wie z.B. einem Pendel? Was passiert, wenn man ausgedehnte Objekte betrachtet, wie einen Keisel? Wie versteht man die Bewegung von Planeten um die Sonne?
- **Thermodynamik und statistische Physik:** Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile. Da Atome sehr klein sind, bestehen reale Systeme aus Unmengen von Bausteinen, die man unmöglich alle einzeln beschreiben kann. Hier müssen statistische Methoden angewendet werden.
- **Elektrodynamik:** Was sind elektrische und magnetische Kräfte? Was passiert, wenn man beide zu elektromagnetischen Feldern kombiniert?
- **Quantenmechanik:** Anfang des 20. Jahrhunderts hat man festgestellt, dass im Mikrokosmos völlig neue Gesetze herrschen, die oft unserer anschaulichen Vorstellung widersprechen. Diese Gesetze, die durch zahllose Experimente bestätigt wurden, lernst du in den Quantenmechanikvorlesungen.





- **Atom- und Molekülphysik:** „Alles besteht aus Atomen.“ Dieser Satz fasst für den Physiknobelpreisträger Richard Feynman unsere wissenschaftliche Erkenntnis auf die kürzestmögliche Weise zusammen. Du lernst, wie Atome aufgebaut sind und wie man sie zu größeren Einheiten, den Molekülen, zusammensetzt.
- **Festkörperphysik:** Warum ist Kupfer ein sehr guter Leiter für den elektrischen Strom, aber undurchlässig für Licht? Warum ist das bei Glas genau umgekehrt? Wieso ändert sich die Länge der Siegtalbrücke zwischen Sommer und Winter? Warum beinhalten alle elektronischen Geräte Silizium? Die Antworten auf solche Fragen geben dir die Vorlesungen über Festkörperphysik.
- **Kern- und Teilchenphysik:** Hier lernst du die kleinsten Bausteine aller Materie kennen sowie die fundamentalen Kräfte, die zwischen diesen Elementarteilchen wirken. Diese Eigenschaften haben weitreichende Konsequenzen für unser Verständnis vom Aufbau und von der Entstehung des Universums.



Welche Bausteine des Studiums gibt es?

So wie in den meisten Studiengängen besteht das Physikstudium aus einer Mischung von **Vorlesungen**, **Seminaren** und **Übungen**. Diese unterscheiden sich vor allem darin, wie sehr du in den Kurs einbezogen wirst. Zusätzlich übst du in **Laborpraktika** die Durchführung von naturwissenschaftlichen Experimenten und den Umgang mit modernen physikalischen Messgeräten ein.

Im **Proseminar** lernst du, wie man anhand von Fachliteratur einen Vortrag über ein aktuelles Thema der Physik vorbereitet und präsentiert.

Mathematik ist die Sprache der Physik, daher sind **Mathematikvorlesungen** wesentlicher Teil des Bachelorstudiums.

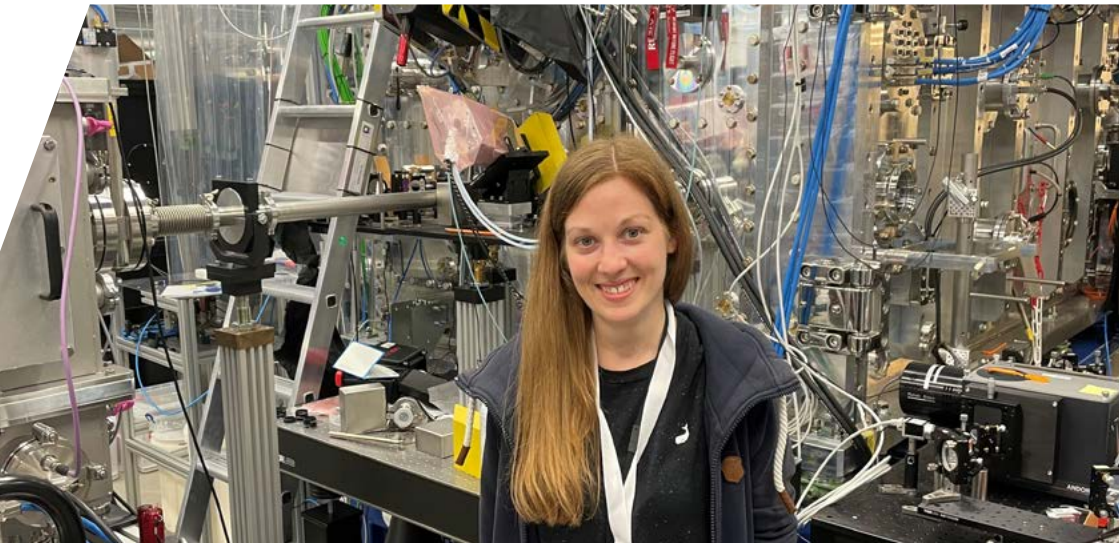
In der **Bachelorarbeit** arbeitest du dann in einer Arbeitsgruppe an einem abgegrenzten Thema und kannst dabei erstmalig Forschungsluft schnuppern. Die Bachelorarbeit kann auch extern in einer Forschungseinrichtung oder Firma angefertigt werden.

Darüber hinaus kannst du dich in **Wahlfächern** aus dem Angebot der Physik, der Naturwissenschaftlich-Technischen Fakultät oder der gesamten Universität spezialisieren und Schlüsselqualifikationen, wie z.B. fortgeschrittene Programmierkenntnisse, erwerben.



Details über die zu absolvierenden Vorlesungen, Praktika und Studienverlaufspläne finden sich im **Modulhandbuch** und in der **Prüfungsordnung**. Für die Einschreibung in den Bachelor-Studiengang ist das **Studierendensekretariat** zuständig. Unser **Studienberater**, der Vorsitzende des **Prüfungsausschusses** und die **Fachschaft** stehen bei Fragen immer zur Verfügung.

<https://www.physik.uni-siegen.de/studium/>



Da die Inhalte bis zum Bachelorabschluss weltweit nahezu identisch sind, kann man im Physikstudium ganz einfach ein **Auslandssemester** einschieben. Das geht entweder über Erasmus+ an unseren Partneruniversitäten Pavia (Italien) oder Gaziantep (Türkei), oder als Freemover an einer Universität deiner Wahl (ggf. mit PROMOS-Förderung). Im Ausland erbrachte Leistungen können angerechnet werden.

<https://www.uni-siegen.de/outgoing/>

Wie kann mein Studienplan aussehen?

In Siegen kann sowohl im Wintersemester (WiSe) als auch im Sommersemester (SoSe) ein Bachelorstudium Physik aufgenommen werden. Eine Pflichtvorlesung umfasst üblicherweise 4 Stunden Vorlesung (dein Dozent doziert) und 2 Stunden Übungen (du musst nun selber rechnen), was mit 4V/2Ü abgekürzt wird. Für den erfolgreichen Studienabschluss musst du „Credit Points“ sammeln (siehe Markierung).

Studienverlaufsplan (Anfang WiSe)

1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester	5. Semester	6. Semester
Exp.-Physik 1 Mechanik/Thermo 4V/2Ü (9)	Exp.-Physik 2 Elektrodyn/Optik 4V/2Ü (9)	Exp.-Physik 3 Quanten/Atom 4V/2Ü (9)	Prüfung Exp.-Physik 1-3 (-)		
Math. Ergänz. zur Physik 2V/2Ü (6)			Exp.-Physik 4 Molekül/Festkörper 4V/2Ü (9)	Exp.-Physik 5 Kerne/Teilchen 4V/2Ü (9)	
	Th. Physik 1 Math. Methoden 4V/2Ü (9)	Th. Physik 2 Mechanik 4V/2Ü (9)	Th. Physik 3 Feldtheorie 4V/2Ü (9)	Th. Physik 4 Quantenmechanik 4V/2Ü (9)	Prüfung Th. Physik 1-4 (-)
					Th. Physik 5 Statist. Physik 3V/2Ü (6)
Analysis 1 (Dept. Mathematik) 4V/2Ü (9)	Analysis 2 (Dept. Mathematik) 4V/2Ü (9)				
Lineare Algebra (Dept. Mathematik) 4V/2Ü (9)					
	Grundpraktikum 1 4P (6)	Grundpraktikum 2 4P (6)	Proseminar 2S (6)	Fort.-Praktikum 4P (6)	
					Bachelor-Arbeit (12)
		Wahlbereich (6)	Wahlbereich (6)	Wahlbereich (6)	Wahlbereich (6)
(33)	(33)	(30)	(30)	(30)	(24)



Studienverlaufsplan (Anfang SoSe)

1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester	5. Semester	6. Semester
	Exp.-Physik 1 Mechanik/Thermo 4V/2Ü (9)	Exp.-Physik 2 Elektrodyn/Optik 4V/2Ü (9)	Exp.-Physik 3 Quanten/Atom 4V/2Ü (9)	Prüfung Exp.-Physik 1-3 (-)	
Math. Ergänzt. zur Physik 2V/2Ü (6)				Exp.-Physik 4 Molekül/Festkörper 4V/2Ü (9)	Exp.-Physik 5 Kerne/Teilchen 4V/2Ü (9)
Th. Physik 1 Math. Methoden 4V/2Ü (9)	Th. Physik 2 Mechanik 4V/2Ü (9)	Th. Physik 3 Feldtheorie 4V/2Ü (9)	Th. Physik 4 Quantenmechanik 4V/2Ü (9)	Prüfung Th. Physik 1-4 (-)	
				Th. Physik 5 Statist. Physik 3V/2Ü (6)	
Analysis 1 (Dept. Mathematik) 4V/2Ü (9)	Analysis 2 (Dept. Mathematik) 4V/2Ü (9)				
Lineare Algebra (Dept. Mathematik) 4V/2Ü (9)					
		Grundpraktikum 1 4P (6)	Grundpraktikum 2 4P (6)	Proseminar 2S (6)	Fort.-Praktikum 4P (6)
					Bachelor-Arbeit (12)
	Wahlbereich (6)	Wahlbereich (6)	Wahlbereich (6)	Wahlbereich (6)	
(33)	(33)	(30)	(30)	(27)	(27)

Was ist besonders an Physik in Siegen?

An der Uni Siegen gibt es in Physik ein außergewöhnlich hohes Verhältnis von der Zahl der Dozenten pro Studierenden, was zu einer optimalen Betreuungssituation führt. Bei uns gibt es keine Massenveranstaltungen, wir gehen individuell auf die Interessen und Bedürfnisse der einzelnen Studierenden ein. Für physikinteressierte Schülerinnen und Schüler aus der Region Südwestfalen und darüber hinaus bietet das Department Physik die Möglichkeit, schnell und einfach in Kontakt mit aktuellen Forschungsthemen zu treten. Dies zeigt sich bereits vor dem eigentlichen Physikstudium mit den **Vorkursen** und den **Brücken ins Studium**.

Während des Studiums gibt es für Studierende die Möglichkeit, sich auch **außerhalb des Hörsaals zu engagieren**, z.B. in der **Fachschaft**, dem **Quantaclub** und der **jungen Deutschen Physikalischen Gesellschaft (jDPG)**.

Außerdem wird der soziale Aspekt an unserem Campus groß geschrieben und wir bieten regelmäßige gemeinsame Veranstaltungen an, vom Kolloquium bis hin zum Sommerfest am Emmy-Noether-Campus oder dem gemeinsamen Kuchenessen bei der Erstsemestereinführung. Ab und zu gibt es im Kaffeeraum auch selbstgemachtes Erdbeereis: Einfach Erdbeeren, Milch und Sahne mixen, bei -196 °C umrühren, fertig!



Noah Siegemund: „Im Jahr 2018 habe ich mein Physikstudium in Siegen begonnen. Dank der Vorkurse in Mathematik und Physik fiel der Einstieg ins Studium nicht zu schwer. Da die Zahl der Studenten im Vergleich zu anderen Universitäten eher gering ist, findet man hier leicht Anschluss und das Lernen in kleinen Gruppen wird schnell zur Gewohnheit. Auch die Anbindung an die Arbeitsgruppen ist unkompliziert. So habe ich beispielsweise im vierten Semester angefangen,

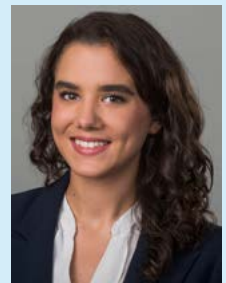
als studentische Hilfskraft in der experimentellen Teilchenphysik zu arbeiten. Das ist eine gute Möglichkeit, bereits während des Studiums an den aktuellen Themen der Forschung mitzuarbeiten und einen Einblick in die Arbeitswelt der Physik zu bekommen.“



Nach den grundlegenden Veranstaltungen im Bachelorstudium, die ein breites Bild über die Physik schaffen, kristallisiert sich oft der individuelle Wunsch heraus, sich mehr auf die experimentelle oder theoretische Seite der Physik zu fokussieren.

Dafür werden jedes Semester zahlreiche **Wahlpflichtfächer** angeboten (d.h. du musst aus einer Liste von Fächern auswählen) sowie diverse Themen für **Bachelorarbeiten** und die anschließende Spezialisierung im Master. Aber keine Sorge: Studierende, die erst in alle Fachgebiete eintauchen wollen, um dann ihre Fachrichtung zu finden, können dies über verschiedene Wahlpflichtfächer, Vorträge und Seminare tun. Oder du klopfst einfach an die Tür deines Professors und erkundigst dich nach der aktuellen Forschung der Gruppe. Der Bachelorabschluss in Physik ist breit angelegt und eröffnet Möglichkeiten für jegliche Spezialisierung in Physik. In Siegen kann ab dem Masterstudium in den Forschungsgebieten der lokalen Arbeitsgruppen mitgeforscht und mitgearbeitet werden: Astro-Teilchenphysik, Quantenoptik und Festkörperphysik sowie Didaktik der Physik.

Anastasia Boushmelev: „Ich habe mich 2017 für ein Physik-Studium an der Universität Siegen entschieden, weil mich sowohl das Betreuungsverhältnis als auch das breite Angebot an Forschungsthemen in der Theorie überzeugt haben. Hier kann man jederzeit auf alle Professoren, Dozenten, Doktoranden usw. zugehen und findet so schnell Antworten selbst auf knifflige Fragen. Man kennt sich untereinander und bekommt neben dem wissenschaftlichen Know-How auch Unterstützung bei Themen wie Auslandsaufenthalten, Praktika und dem Werdegang nach dem Studium. Mir gefiel vor allem, dass ich im Bachelor einen Überblick über die Physik erhalten habe, mich aber auch bereits ab dem 3. Semester mit Hilfe von Wahlpflichtfächern in meinem jetzigen Fachgebiet spezialisieren konnte.“



Elementarteilchenphysik

Die Elementarteilchenphysik untersucht die **grundlegenden Bausteine der Materie** und die **fundamentalen Wechselwirkungen** zwischen diesen Bausteinen und bildet somit die Grundlage für unser Verständnis der Welt, beginnend beim **Urknall**. Die hierbei gewonnenen Erkenntnisse werden theoretisch im **Standardmodell (SM) der Teilchenphysik** zusammengefasst. Mit der Entdeckung des Higgsteilchens im Jahre 2012 am Forschungszentrum CERN in Genf durch die Experimente ATLAS und CMS kann das SM als abgeschlossen betrachtet werden.

Obwohl das SM Tausende von Observablen präzise vorhersagen kann und diese Vorhersagen von vielen Experimenten bestätigt werden, wird diese Theorie dennoch nur als eine Näherung einer noch fundamentaleren Theorie (**BSM** = beyond SM) angesehen, nach der nun intensiv gesucht wird. Der Grund für diese Sichtweise liegt darin begründet, dass das SM elementare Fragen, wie etwa die Existenz von gewöhnlicher Materie im Universum, nicht beantworten kann und ebenso die Existenz von **dunkler Materie** offen lässt.

Das Hauptziel der gegenwärtigen Forschung in der Teilchenphysik besteht darin, Hinweise auf die BSM-Theorie zu finden. Dies kann sowohl durch das direkte Suchen nach neuen, schweren Teilchen am Large Hadron Collider (LHC) am CERN erfolgen oder durch den Vergleich von ultrapräzisen Messungen - z.B. am CERN - mit genauen Rechnungen im Rahmen des SM. Etwaige signifikante Abweichungen dieser

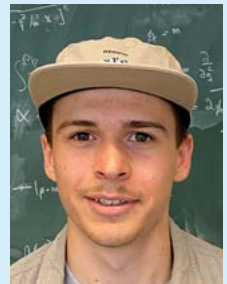


Jakob Müller: „Ich habe mich für das Bachelor-Studium in Siegen entschieden, weil es viele verschiedene Spezialisierungsmöglichkeiten in Kombination mit einem hervorragenden Lernenden-Lehrenden-Verhältnis gibt. In drei Jahren Studium lernt man die Grundlagen der experimentellen und theoretischen Physik in Vorlesungen, zugehörigen Übungen in kleinen Gruppen und Praktika kennen und hat schon am Ende des Bachelor-Studiums die Möglichkeit, an weiterführenden Veranstaltungen wie beispielsweise im Bereich der Teilchenphysik teilzunehmen. So ergibt sich die Möglichkeit, dass das Master-Studium in Siegen nahtlos anschließen kann.“

Messungen von den korrespondierenden SM-Rechnungen können dann Hinweise auf die Strukturen der BSM-Theorie liefern. Die Siegener Aktivitäten auf diesem Gebiet teilen sich wie folgt auf:

- **Experimentelle Teilchen- und Astroteilchenphysik:** Siegener Physiker sind maßgeblich am ATLAS-Experiment am CERN beteiligt und untersuchen dabei insbesondere das schwerste bekannte Elementarteilchen, das Top-Quark. Ebenfalls sind die Siegener Physiker am Pierre-Auger-Experiment in Argentinien engagiert, mit dem extrem energetische kosmische Strahlen mit einem 3.000 km² großen Detektorfeld gemessen werden können.
- **Theoretische Teilchenphysik:** Theoretiker an der Uni Siegen erstellen im Rahmen des SM Rechnungen mit der weltweit höchsten Präzision und studieren die Eigenschaften hypothetischer BSM-Modelle. Hierbei werden sowohl analytische Methoden (von Papier und Bleistift bis zu Computeralgebra) als auch numerische Simulationen an Computerclustern in Siegen oder weltweit durchgeführt.

Linus Henke: „Ich habe mich erstmal für den Bachelorstudiengang in Physik an der Uni Siegen entschieden, weil ich aus Siegen komme und mich für ein Studium der Physik interessiert habe. Was mich dazu bewegt hat, den Bachelorabschluss an der Uni Siegen fortzuführen und beenden zu wollen, war die Aufstellung an Forschungsgruppen, die an aktuellen Problemen der experimentellen und theoretischen Physik forschen, und den dazugehörigen interessanten Lehrveranstaltungen, die die Forschenden zu diesen Themen anbieten.“



Keep in mind: $D_{\alpha\beta}^H = \partial_{\alpha\beta} D^H - i g T_{\alpha\beta}^a B_a^H$; $\partial_{\alpha\beta} = \partial_\alpha \partial_\beta - \partial_\beta \partial_\alpha$; $B^H = T_{\alpha\beta}^a B_a^H$

$$[D_\mu, D_\nu] = (\partial_\mu^H - i g B_\mu^H)(\partial_\nu^H - i g B_\nu^H) - (\partial_\nu^H - i g B_\nu^H)(\partial_\mu^H - i g B_\mu^H)$$

$$= \cancel{\partial_\mu^H \partial_\nu^H} - \cancel{i g \partial_\mu^H B_\nu^H} - \cancel{i g B_\mu^H \partial_\nu^H} - \cancel{g^2 B_\mu^H B_\nu^H} - \cancel{\partial_\nu^H \partial_\mu^H} + \cancel{i g \partial_\nu^H B_\mu^H} + \cancel{i g B_\nu^H \partial_\mu^H} + \cancel{g^2 B_\nu^H B_\mu^H}$$

$$= -i g (\partial_\mu^H B_\nu^H - \partial_\nu^H B_\mu^H) - i g (\cancel{\partial_\mu^H \partial_\nu^H} - \cancel{\partial_\nu^H \partial_\mu^H}) - i g (B_\mu^H B_\nu^H - B_\nu^H B_\mu^H)$$

$$= -i g (\partial_\mu^H B_\nu^H - \partial_\nu^H B_\mu^H) - i g (0) - i g (B_\mu^H B_\nu^H - B_\nu^H B_\mu^H)$$

$$= -i g (\partial_\mu^H B_\nu^H - \partial_\nu^H B_\mu^H) - i g (B_\mu^H B_\nu^H - B_\nu^H B_\mu^H)$$

Festkörperphysik

Die Festkörperphysik ist das wohl breiteste Gebiet der Physik und umfasst Themen wie z.B. Halbleiterphysik und -elektronik, Magnetismus, Nanostrukturen, Kristallographie, Tieftemperaturphysik und Polymerphysik. Dieses Gebiet ist sehr vielschichtig, spannend und voller tiefgründiger Ideen. Es reicht von sehr anwendungsorientierter Forschung bis zu hochgradig abstrakten Theorien. Mit Hilfe der Festkörperphysik können wir einen Großteil der uns umgebenden Welt verstehen. Damit ist sie auch sehr relevant für Anwendungen, von denen einige in der Vergangenheit unsere Welt und unsere Gesellschaft stark geprägt haben. Besonders offensichtlich ist dies für die Mikroelektronik, die Computer und Smartphones hervorgebracht hat, und die vollständig auf der Halbleiterphysik aufgebaut ist. Gleichzeitig ist sie auch ein Gebiet voller fundamentaler Entdeckungen, nicht weniger als 50 Nobelpreise wurden für Entdeckungen auf dem Gebiet der Festkörperphysik verliehen. Häufig können Systeme der Festkörperphysik als Labore auf der Nanoskala dienen, um Probleme der Quantenphysik oder der statistischen Physik experimentell zu untersuchen.



In den drei Siegener Arbeitsgruppen **Experimentelle Nanophysik, Röntgenphysik und Röntgentomographie** wird eine große Bandbreite von modernen Untersuchungsmethoden eingesetzt. Diese reichen von Beugung ultrakurzer Röntgenpulse am Freien-Elektronen-Laser über Röntgenfluoreszenz-Tomographie bis zur Rastertunnelmikroskopie, die Festkörperoberflächen in atomarer Auflösung darstellen kann. Es werden sehr unterschiedliche Systeme untersucht: Wir bestimmen Verspannungen und Defektdichten in Materialien aus dem Fahrzeugbau und analysieren den Herstellungsprozess von Kompositmaterialien. Die Analyse der durch Röntgenstrahlung ausgelösten Sekundärstrahlung erlaubt eine Bestimmung der chemischen Zusammensetzung von Proben, was vor allem für biomedizinische Proben sehr relevant ist. Hier untersuchen wir atherosklerotische Plaques, um zukünftig Infarkte vermeiden zu können, und analysieren die Verteilung von Nanopartikeln in Krebszellen. Wir beobachten die Dynamik weicher Materie, z.B. von Proteinen bei Phasenübergängen. Die hohe Zeitauflösung unserer Methoden erlaubt uns, ultraschnelle Prozesse in magnetischen Systemen zu beobachten. Die dabei verwendeten starken Laserpulse lösen ihrerseits Veränderungen in der Materie auf der Nanoskala aus, die wir untersuchen. Wir erforschen neue ultradünne (zweidimensionale) Materialien ausgehend vom prototypischen Graphen (Physiknobelpreis 2010), das aus einer monoatomaren Schicht Kohlenstoff besteht. Man geht davon aus, dass diese Materialien die Miniaturisierung elektronischer Schaltkreise entscheidend voranbringen können.

Alice Bremerich: „Durch die gute Betreuungsquote konnten sich die Dozent*innen Zeit für uns nehmen und uns optimal betreuen, was mir persönlich sehr geholfen hat. Auch bei der Entscheidung, in welcher Arbeitsgruppe wir die Bachelorarbeit schreiben wollten, hatten wir freie Wahl.“



Quantenoptik und Quanteninformation

Die Quantenoptik hat sich in den letzten Jahrzehnten zu einem innovativen und interdisziplinären Forschungsfeld der Physik entwickelt. Dabei haben sich zwei Entwicklungen ergeben: Zum einen ist es heutzutage experimentell möglich, einzelne Atome, Ionen oder Photonen zu fangen, zu kontrollieren und zu manipulieren. Dies erlaubt die Durchführung von Experimenten, die bisher reine Gedankenexperimente waren. Zum anderen werden im Wechselspiel zwischen Quantenphysik und Informationstheorie neue Konzepte für die Quanteninformationsverarbeitung erforscht. Beispiele sind die Quantenkryptographie, die es ermöglicht, Nachrichten beweisbar sicher zu verschlüsseln, und der Quantencomputer, mit dem wichtige Probleme schneller als mit klassischen Computern gelöst werden können. In Siegen arbeiten drei Arbeitsgruppen auf dem Gebiet der Quantenoptik und Quanteninformation:

In der Arbeitsgruppe **Experimentelle Quantenoptik** werden einzelne Atome eingefangen und mit Laserlicht bis nahe an den absoluten Nullpunkt gekühlt. Dies ermöglicht es, die innere Dynamik der Atome und deren Bewegung, beides bestimmt von den Gesetzen der Quantenmechanik, zu beobachten. Durch die gezielte Präparation einzelner Atome oder von Atomkristallen werden Experimente zu einer Vielzahl von physikalischen Phänomenen möglich, insbesondere zur Untersuchung grundlegender Fragestellungen, z.B. den Messprozess in der Quantenmechanik betreffend. Aktuell arbeitet die Gruppe intensiv an der Verwirklichung eines Quantencomputers, wobei einzelne einfach ionisierte Atome als elementare Schalteinheit dienen: Die Bits der klassischen Informationsverarbeitung werden ersetzt durch Quantenbits.



Lina Vandr : „Ich bin 2014 für mein Bachelorstudium nach Siegen gekommen, weil ich gerne an einer kleinen Uni studieren wollte. Mir hat die viele Unterstützung sowohl innerhalb der Studierendenschaft als auch von Seiten der Professoren sehr gefallen. Nach einem Masterstudium in Innsbruck bin ich 2020 für eine Promotion über ein spannendes Thema in einer sehr netten Arbeitsgruppe zurück nach Siegen gekommen.“

Die Arbeitsgruppe **Theoretische Quantenoptik** untersucht theoretische Fragen der Quantenmechanik. Viele Arbeiten betreffen dabei das Phänomen der Verschränkung: Gemäß den Regeln der Quantenmechanik können zwei oder mehrere Teilchen in einem Zustand sein, bei dem sie nur als ein Gesamtsystem verstanden werden können. Dies kann zu paradoxen Effekten führen, die Albert Einstein einmal als „spukhafte Fernwirkung“ bezeichnete. Für die Forschung ergeben sich dadurch viele Fragen: Wie charakterisiert man Verschränkung theoretisch? Wie kann man sie in Experimenten nachweisen? Wofür kann man die Verschränkung nutzen? Bei der Bearbeitung dieser Themen wird zum einen mathematisch gearbeitet, zum anderen wird aber auch mit Experimentalphysikern diskutiert, um deren Experimente zu analysieren.

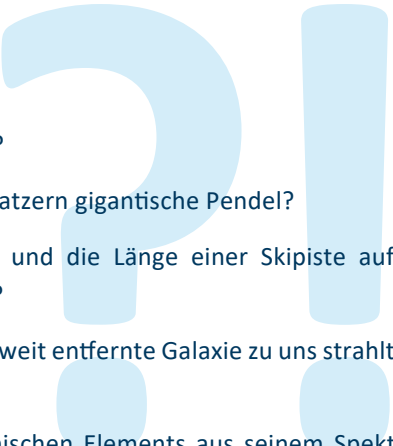
Das **Labor für Nano-Optik** umfasst experimentelle wie auch theoretische Forschungsaktivitäten. Die Arbeitsgruppe untersucht Licht und seine Wechselwirkung mit Materie im Nanobereich. Die Gruppe ist besonders daran interessiert, einzelne Quantensysteme zu untersuchen und Quantenphänomene zu erforschen, die im Sub-Wellenlängenbereich auftreten. Diese Erkenntnisse können zur Entwicklung von Gerätschaften wie etwa neuartigen Lichtquellen, Sensoren und funktionalen Materialien führen. Ein Beispiel für die Forschungsthemen ist die Untersuchung von neuartigen Quantensystemen, die durch Kopplung an optische Resonatoren hochkontrolliert einzelne Photonen emittieren.

Pau Dietz Romero: „Ich glaube, dass gerade in unserer zunehmend technokratischen Gesellschaft die Anpassung an neue Technologien existenziell ist. Die Universität Siegen treibt diesen Fortschritt voran. Unsere wissenschaftlichen Gruppen arbeiten an Problemen, die in einigen Jahren die Industrie und die Gesellschaft revolutionieren können. Der Physik-Campus befindet sich in einem schönen Gebäude mit viel Grünflächen. Er ist in der Nähe des Stadtzentrums, hat aber gleichzeitig eine ruhige Atmosphäre. Und nicht zuletzt: Unsere Mensa kocht wirklich gut.“



Fragen, die du nach einem Bachelorstudium in Physik in Siegen beantworten kannst:

- Befindet sich ein schwarzes Loch im Zentrum unserer Galaxie?
- Wie funktioniert der Quantencomputer?
- Was ist das dünnste Material der Welt?
- Ist Schrödingers Katze tot oder lebendig?
- Warum befinden sich in vielen Wolkenkratzern gigantische Pendel?
- Wie wirken sich die Form eines Bergs und die Länge einer Skipiste auf die Endgeschwindigkeit auf der Ziellinie aus?
- Warum kann man an dem Licht, das eine weit entfernte Galaxie zu uns strahlt, die Ausdehnung des Universums erkennen?
- Wie kann die Ordnungszahl eines chemischen Elements aus seinem Spektrum ermittelt werden?



Wenn du noch komplexere Fragen beantworten können willst, dann schreibe dich für unser Masterstudium Physik ein. In Siegen gibt es folgenden Spezialisierungen:

- Experimentelle Festkörperphysik
- Quanteninformationstheorie
- Experimentelle Quanten- und Nanooptik
- Theoretische Teilchenphysik
- Experimentelle Teilchenphysik

Unser internationaler Master-Studiengang „Nanoscience and Nanotechnology“ wird in Englisch unterrichtet und bietet dir einen tieferen Einblick in die Nanowissenschaften aus dem Blickwinkel der Chemie, Elektrotechnik oder Physik.

Einschreibung

Informationen zur Einschreibung für das Bachelorstudium in Physik findest du unter:
<https://www.physik.uni-siegen.de/studium/daten.html>

Wir freuen uns auf dich!

Ansprechpartner

Zentrale Studienberatung
im SSC-Gebäude
info.studienberatung@zsb.uni-siegen.de

Studienberatung Bachelor Physik
Prof. Dr. Wolfgang Kilian
kilian@physik.uni-siegen.de

Fachschaftsrat Physik
am ENC-Campus
fsr-physik_siegen@listserv.dfn.de

Department Physik
T +49 271 740-3700
department@physik.uni-siegen.de

Bildquellen

Seite 1: © 2021 CERN / Simon Waldherr,
CC BY-SA 4.0, Wikimedia Commons / Carlos
Castilla, Shutterstock / Amadeus Bramsie-
pe, KIT / Aleksandr Khakimullin, 123rf.

Seite 3, 5, 7-9, 13-18, 22: Universität Siegen

Seite 3, 7: CERN

Seite 6: Mikrozensus, DPG

Seite 10: Sonja Timmermann

Seite 11: Dr. Alejandro Laso García

Seite 14: Alexander Cierpka

Seite 4, 15, 19-21: privat

Seite 24: Rainer Baule /
www.siegen-nightskies.de

Titelbild: Die Siegener Wahrzeichen Henner (Bergmann) und Frieder (Hüttenmann) treffen
auf das Higgsteilchen.

