

STUDIENINFORMATION PHYSIK 2024/25



Inhaltsverzeichnis

Vorwort	4
Physik studieren	5
Im Studium	7
Das Institut für Physik	12
Bachelor Physik	17
Studienplan Bachelor Physik	18
Master Physik	20
Die sechs Studienrichtungen im Master Physik	22
Physikalisches Praktikum	29
Lehramt Physik einschließlich Astronomie	30
Studienplan Lehramt an Gymnasien	32
Studienplan Lehramt an Regionalen Schulen	33
Didaktik der Physik	34
Forschung am Institut	35
Optik und Photonik	37
Atome, Moleküle, Cluster und Plasmen	42
Grenzflächen und Neue Materialien	49
Physik der Ozeane, der Atmosphäre und des erdnahen Weltraums	53
Sonderforschungsbereich Licht-Materie-Wechselwirkung an Grenzflächen	56
Department Leben, Licht und Materie	57
Kontakt (Adressen, Telefonnummern)	58

Herausgeber: Universität Rostock
Institut für Physik
Albert-Einstein-Straße 23-24
18051 Rostock

Layout / technische Bearbeitung: Dr. Thomas Bornath
Umschlaggrafik: Wiebke Loseries
Druck: IT- und Medienzentrum Universität Rostock

„Meer erleben“: Rostock ist ein toller Studienort. Mit seiner über 600 Jahr alten Universität – der ältesten Universität im gesamten Ostseeraum – gilt die Hafen- und Hansestadt weithin als einer der wichtigsten intellektuellen Schwerpunkte in Norddeutschland. Sie dient als Brennpunkt einer sich rasch entwickelnden High-Tech-Region und ist im Rahmen vieler internationaler Kooperationen bestens mit Universitäten aus allen Teilen der Welt vernetzt.



Forschungsgebäude des Instituts mit Übergang zum Hörsaalgebäude; im Hintergrund das IT- und Medienzentrum.

Insbesondere das Institut für Physik ist weltweit als ein Zentrum für moderne Wissenschaften anerkannt. Photonik, Quantenphysik, Nanomaterialien, Licht-Materie-Wechselwirkung, hoch-energetische dichte Plasmen, Atmosphären-, Ozean- und Weltraumphysik bilden die Grundlage für ein breites Spektrum an wissenschaftlichen Erkenntnissen an der absoluten internationalen Forschungsfront.

Unsere Studierenden sind ein wichtiger Teil unseres wissenschaftlichen Erfolgs.

Mit seinen ausgewogenen Bachelor-, Master- und Lehramtsprogrammen bietet das Institut für Physik die besten Bedingungen für ein erfolgreiches Studium. Insbesondere durch ein herausragendes Studierenden-Professo-

ren-Verhältnis können die Hochschullehrerinnen und -lehrer die Studierenden hervorragend betreuen und einen unkomplizierten Zugang zu modernen Forschungsthemen in ihren Arbeitsgruppen ermöglichen. Wir sind stolz, dass das Institut für Physik mit seinen Studiengängen Bachelor of Science, Master of Science und Lehramt Physik in den letzten Jahren im renommierten CHE-Ranking im Vergleich mit anderen deutschen Universitäten stets Spitzenplätze belegte.

Mit dieser Broschüre wenden wir uns an alle, die sich für ein Physikstudium interessieren. Sie gibt Ihnen erste Hinweise, was Sie während eines Physikstudiums erwartet, welche Schwerpunkte in Lehre und Forschung wir in Rostock setzen und welche Nebenfächer Ihr Studium bereichern. Im Verlauf des Studiums werden die Studierenden zunehmend in die Arbeit der Forschungsgruppen eingebunden. Die kurzen Beschreibungen der Forschungsthemen zeigen, welches Teilgebiet der Grundlagen- oder angewandten Forschung Gegenstand Ihrer Bachelor- und Masterarbeit, vielleicht aber auch einer Staatsexamensarbeit im Lehramtsstudium, sein könnte.

Wir laden Sie herzlich ein, unser Institut zu besuchen, sich die Lehr- und Forschungseinrichtungen anzusehen, und uns Ihre Fragen zum Studium zu stellen. Alle Kontakte finden Sie am Ende dieser Broschüre; auf www.physik.uni-rostock.de gibt es weitere aktuelle Informationen.

Schauen Sie einmal vorbei – es lohnt sich.

Alexander Szameit
Geschäftsführender Direktor des Institutes
für Physik

Ziele, Struktur und Perspektiven eines Physikstudiums

Die Studiengänge *Bachelor/Master Physik* und *Lehramt Physik* eröffnen wie kaum andere den Zugang zu fundamentalem Wissen über die Vorgänge in der uns umgebenden Natur. Diese Kenntnisse formen maßgeblich unser Weltbild. In erster Linie ist die Physik eine Wissenschaft, deren Triebkraft das menschliche Streben nach Erkenntnis ist. Als Grundlagenwissenschaft liefert die Physik wichtige Erkenntnisse über den Aufbau der Materie und die daraus resultierenden Eigenschaften der Stoffe. Die gesamte technische Entwicklung profitiert von diesen Forschungsergebnissen, und so nimmt die Physik auch auf sehr direkte und praktische Weise Einfluss auf viele Bereiche der Industrie.

Wer also besonders neugierig ist, die grundlegenden Zusammenhänge in der Natur verstehen möchte und Spaß am Experimentieren und am Lösen komplexer Probleme hat, der ist bei einem Studium der Physik richtig aufgehoben.

Wer darüber hinaus den Willen und das Talent hat, diese Neugier, dieses Wissen und Können auch weiterzuvermitteln, sollte ein Lehramtsstudium wählen. Dabei ist zunächst nach der Schulform zu unterscheiden: in Mecklenburg-Vorpommern also entweder Lehramt an Gymnasien oder Lehramt an Regionalen Schulen. Die zweite wichtige Entscheidung ist die Wahl des anderen Faches neben der Physik. Es sind prinzipiell alle Fächerkombinationen zugelassen, die durch die Studienangebote der Universität möglich sind.

Struktur

Das Bachelor-Studium wie auch das Lehramtsstudium vermitteln tiefe Einblicke in faszinierende Forschungsgebiete und trainieren die Studierenden in den wichtigsten Theorien zur Beschreibung der Natur. Angefangen bei den Teilgebieten der klassischen

Physik - *Mechanik, Thermodynamik, Elektrodynamik und Optik* - werden die Zusammenhänge anhand vieler Experimente entwickelt. Danach folgen Gebiete der modernen Physik: *Atom-, Molekül-, Kern-, und Festkörperphysik*. Neben der Experimentalphysik gibt es die Theoretische Physik, in der die mathematischen Modelle im Detail behandelt, die innere Konsistenz der Theorien aufgezeigt und komplexere Probleme gelöst werden.

Das Lehramtsstudium Physik vermittelt neben dem grundlegenden Wissen im Fach auch den Umgang mit diesem physikalischen Wissen im Unterricht. Für Physiklehrkräfte ist es wichtig zu wissen, wie Schülerinnen und Schüler und die Physik zusammenfinden. Das ist Gegenstand der fachdidaktischen Studienanteile.

Perspektiven

Der Abschluss mit dem Ersten Staatsexamen nach 10 Semestern Lehramtsstudium erlaubt den Zugang zum Referendariat in allen Bundesländern, und damit die spätere Tätigkeit als Lehrkraft in einer Schule.

Physikabsolventen sind mit ihrer Studienwahl überdurchschnittlich zufrieden: 87 Prozent würden das Fach wieder studieren. Physikerinnen und Physiker zeichnen sich durch eine hohe Berufs- und Branchenflexibilität aus und haben beste Chancen auf dem Arbeitsmarkt. Der Bachelor-Abschluss nach sechs Semestern ermöglicht prinzipiell einen frühen Einstieg ins Berufsleben – jedoch schließen fast alle Absolventen in Deutschland gegenwärtig direkt ein Masterstudium von weiteren vier Semestern an. Danach stellt sich die Frage, ob man promovieren oder direkt in den Beruf in einem Unternehmen gehen möchte. Wer gerne noch drei bis vier Jahre forschen möchte, findet mit einem guten Masterabschluss leicht eine Promotionsstelle.

Studiengänge am Institut für Physik

Bachelor of Science Physik

Zu einem ersten Hochschulabschluss führt der Studiengang *Bachelor of Science Physik* (BSc Physik) mit einer dreijährigen Regelstudienzeit. Das Studium befähigt, grundlegende Erkenntnisse der Physik in einem breitangelegten Berufsfeld anzuwenden. Der Bachelor-Abschluss ist die Voraussetzung für ein Masterstudium der Physik.

Master of Science Physik

Nach dem Bachelor-Studium kann man in einem weiteren zweijährigen Studium den akademischen Grad eines *Masters of Science Physik* (MSc Physik) erwerben. Die Ausbildung hat das Ziel, die Studierenden zu eigenständiger Forschungsarbeit zu befähigen. Die Studierenden lernen, komplexe Problemstellungen aufzugreifen und sie mit wissenschaftlichen Methoden auch über die aktuellen Grenzen des Wissensstandes hinaus zu lösen.

Promotion

Die Master-Studiengänge eröffnen nach erfolgreichem Abschluss die Möglichkeit, die wissenschaftliche Qualifizierung mit einer Promotion weiterzuführen. Auch dem Lehramtsstudium kann sich eine Promotion anschließen.

Physik im Nebenfach

Großen Raum nimmt auch die Nebenfachausbildung für andere Studiengänge aus der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen, Medizinischen, Ingenieurwissenschaftlichen und Agrarwissenschaftlichen Fakultät ein. Wir bieten speziell konzipierte Vorlesungen und Physikalische Laborpraktika für die anderen Fachrichtungen an.

Lehramt Physik einschließlich Astronomie

Grundständig sind ebenfalls die Lehramtsstudiengänge. Die Studierenden werden in einem modularisierten Studiengang auf das Erste Staatsexamen vorbereitet. Wir bieten das Fach *Physik einschließlich Astronomie* für das Lehramt an Gymnasien und für das Lehramt an Regionalen Schulen an. Es kann mit einem beliebigen anderen Fach kombiniert werden, empfohlen werden dafür besonders die MINT-Fächer. Physik kann auch als Beifach gewählt werden.

Am Institut werden Fachwissenschaft und Fachdidaktik gelehrt. Die Bildungswissenschaften sind an der Philosophischen Fakultät zu studieren.

Zweifach Physik für Berufspädagogik

Im Rahmen der Bachelor- und Masterstudiengänge Berufspädagogik an der Philosophischen Fakultät (PHF) kann Physik als allgemeinbildendes Zweifach gewählt werden. Der Abschluss als Bachelor und Master of Education befähigt zu einer Tätigkeit in der beruflichen Aus- und Weiterbildung in einer der Fachrichtungen Agrarwirtschaft, Elektrotechnik, Informationstechnik oder Metalltechnik.

Zweifach Physik für Wirtschaftspädagogik

Die Wirtschaftspädagogik verbindet Erkenntnisse aus dem Bereich der Pädagogik mit wirtschaftswissenschaftlichen Inhalten. In der berufspädagogischen Ausrichtung kann als allgemeinbildendes Zweifach die Physik gewählt werden. Der Abschluss als Bachelor und Master of Arts befähigt zu einer Tätigkeit an beruflichen Schulen.

Studieren in Rostock

Für die Entscheidungsfindung bei der Wahl des Studienortes gibt es Orientierungsmöglichkeiten wie den *Hochschulkompass*, den *Studienführer der Zeit* oder den *Studienatlas Physik* der Konferenz der Fachbereiche Physik. Die Rahmenstudienpläne für das Physikstudium sind an allen Hochschulen ähnlich. Dennoch ist das Studium an einer speziellen Einrichtung unverwechselbar und durch Besonderheiten geprägt, die für eben diese Hochschule, für die Stadt oder für das jeweilige Land typisch sind. Kommen Sie uns besuchen, schauen Sie sich unser schönes Institut an und sprechen Sie mit Studierenden und den Studienberatern.

Ein Physikstudium in Rostock bietet eine Reihe von Vorzügen, die für eine angenehme und effektive Studienatmosphäre sorgen:

Die Rostocker Universität mit ca. vierzehntausend Studenten ist keine Massenuniversität. Die Anzahl der Neuimmatrikulationen im Institut für Physik mit jeweils ca. 60 Bachelor- und Lehramtsstudierenden pro Jahr ist eine Voraussetzung dafür, dass sich die Studienanfänger schon nach wenigen Wochen untereinander kennen.

Der Kontakt zu den Professoren und Mitarbeitern ist eng und bei fachlichen oder persönlichen Problemen kann schnell geholfen werden.

Überfüllte Hörsäle oder begrenzte Kapazitäten bei Praktika, wie an anderen Universitäten, sind beim Physikstudium in Rostock bislang nicht aufgetreten. Ein Abschluss des Studiums in der Regelstudienzeit ist somit gewährleistet. In gleicher Weise wird ein pünktlicher Abschluss nach Regelstudienplan bei der Ausbildung im Lehramt unterstützt.

Da die Universität Rostock zu den wenigen Universitäten Deutschlands gehört, an denen das gesamte Fakultätenspektrum vertreten ist,

bieten sich ideale Voraussetzungen für ein fachübergreifendes Studium. Der breit angelegte Wahlbereich des Bachelorstudiums bietet alle Möglichkeiten, das Physikstudium entsprechend den eigenen Vorstellungen zu gestalten. Zielgerichtet erworbene Zusatzqualifikationen bieten Vorteile beim Berufseinstieg.



Wassersportler in Warnemünde.

Schließlich ist es die schöne und traditionsreiche Hansestadt Rostock als wirtschaftliches, kulturelles und sportliches Zentrum von Mecklenburg-Vorpommern, die das studentische Leben angenehm macht. Sowohl die Stadt als auch das Umland haben vielfältige kulturelle Angebote. Die nähere und weitere Umgebung Rostocks ist eine der beliebtesten Urlaubsregionen Deutschlands und bietet attraktive Möglichkeiten zur Freizeitgestaltung und Erholung. Zum Beispiel bieten Warnemünde, Markgrafenheide und die Mecklenburger Seenplatte hervorragende Wassersportmöglichkeiten.

Kurs aufs Studium - Navigatorinnen helfen

Unsere beiden Physiknavigatorinnen helfen dir – neben den Studienberatern – bei der Beantwortung deiner ganz persönlichen Fragen. Die Navigatorinnen studieren selbst in verschiedenen Studiengängen am Institut für Physik in Rostock und kennen sich somit bestens aus. Neben Auskünften zum Studentischen Leben ist ihnen die ausführliche Vor-



Unsere Navigatorinnen Svenja Peters und Hannah Hipp.

Hi alle zusammen, mein Name ist Hannah Hipp und ich studiere Physik im Bachelorstudiengang. Den Schritt zur Physik gewagt habe ich damals, da ich etwas machen wollte, wo ich immer weiter lernen kann. Und bislang bin ich nicht enttäuscht.

Da die Physik so vielseitig ist, war ich zu Beginn etwas überwältigt. Aber das ging schnell vorüber. In den ersten Wochen hat der Fachschaftsrat (FSR) sehr dafür gesorgt, dass sich die Erstsemester ("Ersties") alle gut kennen lernen und ich hatte schnell meine Lerngruppe.

Mit dem Format der Uni kam ich auch fix zurecht, besonders da alle sehr nett sind. Der Professorin oder dem Professor nach der Vorlesung eine Frage zu stellen oder Studierende aus den höheren Semestern zu fragen, war ohne Probleme immer möglich. Fragen zu lernen und Hilfe anzunehmen ist aber auch ein wichtiger Bestandteil des Studiums.

Aber nicht nur sozial wird man gefordert. Klar, gibt es auch die Physik, wie man sie aus der Schule kennt, aber besonders in den ersten Semestern wird es viel um Mathematik gehen. Später wird sehr viel programmiert.

Wenn sich das alles spannend anhört, bist Du in der Physik sehr gut aufgehoben.

*Hallo, ich bin Svenja Peters und studiere Physik und Philosophie für gymnasiales Lehramt. Bereits in der Schule fand ich Physik sehr spannend. Auch die Angebote des Instituts für Physik für Schulen und Schüler*innen haben mich so fasziniert, dass ich mir sicher war, hier Physik studieren zu wollen. Für Lehramt habe ich mich entschieden, weil ich gerne mit Kindern arbeite und einen kleinen Beitrag dazu leisten wollte, dass dieses schöne Fach in der Schule seltener ausfällt. Zum Anfang war ich sehr überwältigt, die Universität war doch um ein Vielfaches größer, als das was ich aus der Schule gekannt hatte. Zudem wird deutlich mehr auf Selbstständigkeit gesetzt. Doch gerade im ersten Semester wurde man auch nicht alleine gelassen. Von der Fachschaft Physik wurde eine Einführungswoche organisiert, die mir sehr geholfen hat: fachlich, um nach dem Abitur und der längeren Pause bis zum Beginn des Studiums wieder rein zu kommen, und sozial in dem Sinne, dass ich schon da viele meine Kommilitonen*innen kennengelernt habe.*

Im ersten Semester gab es Tutorien, die mir fachlich geholfen haben, und es gab ein Mentoringprogramm. Mein Mentor war auch Lehramtsstudent, sodass ich ihn bei organisatorischen Fragen immer um Rat bitten konnte. All das hat mir geholfen, mich im Dschungel, wie ich die Uni zum Anfang empfand, zurecht zu finden. Alles in allem habe ich für mich die richtige Entscheidung getroffen, an der Uni Rostock mein Studium aufzunehmen.

Ich freue mich auf eure Fragen und hoffe, für euch den Dschungel etwas durchsichtiger werden zu lassen!

stellung des Physikstudiums sowie der Berufsbilder Physiker/-in und Physiklehrkraft besonders wichtig. Sie kommen gerne in die Schule und stellen den Studiengang Physik vor. Sie organisieren aber auch Führungen, Laborbesichtigungen und den Besuch von Vorlesungen im Institut. Einfach fragen!

navigatoren.physik@uni-rostock.de

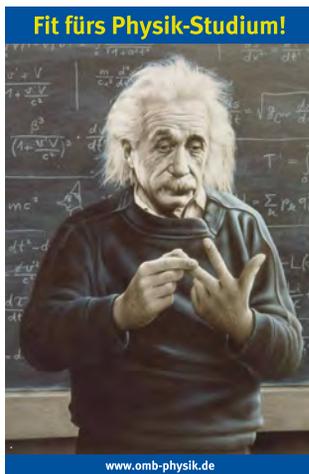


Aller Anfang ist schwer? STARTHILFE

Am Anfang des Physikstudiums, ob als Bachelor- oder Lehramtsstudent/in, muss der Übergang von der Schule zur Uni gemeistert werden. So mancher Physik-Studienanfänger ist überrascht, wie viel Mathe man braucht, um in diesem Fach zu bestehen.

Online Mathe-Brückenkurs

Schon frühzeitig kann man erkunden, wieviel Mathematik für ein Physikstudium vorausgesetzt wird und prüfen, ob man den Schulstoff beherrscht und fit für ein Physikstudium ist: Einfach den kostenlosen **Online Mathe-Brückenkurs OMB+** aufrufen.



Flyer des Online Mathe-Brückenkurses sind in der Studienberatung erhältlich.

Online Physik-Brückenkurs

Dieser Kurs richtet sich an angehende Studierende der Ingenieur- und Naturwissenschaften, die Schul-Kenntnisse im Fach Physik in den Gebieten Mechanik, Elektromagnetismus, Optik und Wärmelehre auffrischen möchten: www.brueckenkurs-physik.de.

Mathematik-Vorkurs der Uni Rostock

Zweiwöchiger Kurs für Studienanfänger/innen der natur- und ingenieurwissenschaft-

lichen Fächer: In Vorlesungen und Übungen werden die Vorkenntnisse in Mathematik (Abiturniveau) aufgefrischt, insbesondere auch empfohlen für Lehramtsstudenten, die nicht die Mathematik als zweites Fach gewählt haben.

Einführungswoche

Auf keinen Fall verpassen! Für alle Studienanfänger (Lehramt und Bachelor) bietet das Institut zusammen mit der Fachschaft Physik vom 7.-11.10.2024 Einführungsveranstaltungen an. Zwischen Grillabend am Montag und Spieleabend am Freitag gibt es eine Menge Aktivitäten und Informationen: Kennenlernen des Instituts, der Studiengänge, der Stundenpläne sowie des Onlineangebots der Universität; Vorlesungen und Übungen zur Differential- und Integralrechnung, Vorträge zu aktuellen Entwicklungen der Physik, die Schauvorlesung ...

Mentoring

Das Mentoring-Programm für Erstsemester wird vom Fachschaftsrat organisiert. Die Betreuung durch Studentinnen und Studenten höherer Semester erfolgt in kleinen Gruppen. In regelmäßigen Treffen kann man sich über das Studium unterhalten und auftretende Fragen und Probleme besprechen.

Tutorien

Ein Tutorium ist eine unterstützende Veranstaltung neben den im Studienplan vorgesehenen Vorlesungen und Übungen. Die Tutoren sind Studierende höherer Semester. In einer entspannten Atmosphäre kann gemeinsam mit einem Tutor der Stoff einer Lehrveranstaltung wiederholt und in Beispielaufgaben vertieft werden. Die Tutorien sind freiwillig, viele Ersties erleben sie aber als äußerst hilfreich.

Physikstudent(in)! Und was noch?

Essen

Es gibt fünf Mensen an unterschiedlichen Orten in der Stadt. Sie bieten leckeres Essen zum kleinen Preis. Das Essen wurde mehrfach mit dem „Goldenen Tablett“ für die beste Mensa Deutschlands ausgezeichnet.



Die Mensa Süd und das Café in der Rotunde sind auch Orte für Verabredungen mit Kommilitonen, Kaffeepausen, Lerngruppen und Entspannung.

Wohnen

Das Studierendenwerk bietet etwa 1500 Zimmer in Wohnheimen an zehn verschiedenen Standorten in Rostock an. Auch die Wohnungsgesellschaften der Stadt bieten WG-geeignete Wohnungen und Einzelwohnungen an. Dennoch ist die Wohnungssuche nicht immer einfach. Man sollte sich rechtzeitig um ein Zimmer kümmern, insbesondere wenn man in den zentraleren Bereichen Rostocks leben will.

Sport

Der Bereich Hochschulsport der Universität Rostock hat für Studenten und Mitarbeiter ein breites Angebot an Kursen. Allein 9 Ballsportarten werden angeboten, aber auch Aerobic, Yoga, Krafttraining, Rudern, Breakdance; insgesamt ca. 180 Sportangebote mit 4000 Kursplätzen - und das für Einsteiger, Fortgeschrittene und Könner gleichermaßen.

Kultur erleben

Die Kulturlandschaft Rostocks ist sehr vielfältig - und der Besuch für Studierende oftmals sogar gratis! Denn seit 2018 gibt es das Kulturticket, gültig für Theater (Volks-theater, Compagnie de Comédie), Clubs (Bunker, JAZ e. V., M.A.U. Club) oder Ausstellungszentren (Geschichtswerkstatt, Kunsthalle, Kulturhistorisches Museum).



Kultur gestalten

Es gibt auch viele Möglichkeiten, sich selbst künstlerisch zu betätigen. Die Universität Rostock hat eine Reihe studentischer Ensembles: du kannst im Universitätschor, im Rock-Pop-Gospel-Chor *Celebrate* oder im Chor *Klangfabrik* singen; oder du spielst ein Instrument im Universitätsorchester, im Freien Studentenorchester oder in der UniverCity Big Band.

Schauvorlesung

Und es gibt die *Schauvorlesung Physik* für alle, die Lust zum Schauspielen und Spaß an Experimenten haben. Das Ziel der Akteure ist es, physikalische Zusammenhänge anschaulich, und eingebettet in eine spannende Rahmenhandlung, zu erklären, um so Interesse an der Wissenschaft zu wecken.

Club und Kneipe

Rostock hat eine vielfältige Clublandschaft: günstig trinken, tanzen und feiern kann man in mehreren Clubs, die hauptsächlich von studentischem Publikum geprägt sind.

Die Fachschaft Physik

Was ist die Fachschaft?

Die Fachschaft besteht aus allen Studierenden des Instituts für Physik und wird vom Fachschaftsrat vertreten. Sie engagiert sich über Fragen des Studiums hinaus auch bei kulturellen Veranstaltungen der Universität und des Instituts. Beispielsweise präsentieren Studierende traditionell eine selbst initiierte Schauvorlesung, in deren Rahmen spektakuläre Experimente in eine kleine Geschichte eingebunden werden. Die relativ geringen Studierendenzahlen in der Physik garantieren einen guten Zusammenhalt auch zwischen den Semestern, so dass viel nichtphysikalisches Wissen stets weitergetragen wird.



Logo der Fachschaft Physik ist eine Kogge.

Was macht der Fachschaftsrat?

Der Fachschaftsrat (FSR) der Physik vertritt die Interessen der Studierenden. Er ist damit das Sprachrohr der Fachschaft. Zudem übernimmt der FSR die Organisation verschiedener kultureller Veranstaltungen wie zum Beispiel Grillfeste, Spiele- und Kneipenabende. Auf diese Weise finden die Studierenden auch außerhalb der Hörsäle immer wieder zusammen. Der Fachschaftsrat wird stets Ende des Jahres neu gewählt und ist in der Regel mit Studierenden aller Semester besetzt – insbesondere also auch des ersten. An dieser Stelle seien ebenso der Studierendenrat (StuRa) und der Allgemeine Studierendenausschuss (ASTA) erwähnt, die sich

universitätsweit um die Belange aller Studierenden kümmern.

Wie beginnt das Studium?

Um euch, den Anfängern, den Start ins harte Studentenleben ein wenig zu erleichtern,



Die Schauvorlesung im Jahr 2018 hatte den Titel „Feynman bricht ein“.

findet zu Beginn eine Einführungswoche statt. Darin erhaltet ihr einen ersten Einblick in die Physik speziell in Rostock sowie eine kleine Wiederholung (und etwas mehr) in Mathematik. Zudem lernt ihr auf unserer Rallye wichtige Orte innerhalb unseres Instituts kennen. Mit dabei sind stets knifflige Aufgaben und gute Tipps zum erfolgreichen Studium. Ganz nebenbei begegnet ihr dabei natürlich euren neuen Mitstreitenden. Im Rahmen unseres Mentoringprogrammes stehen euch gleich zu Anfang Kommilitoninnen und Kommilitonen aus höheren Semestern mit Rat und Tat zur Seite; an diese könnt ihr euch jederzeit bei Fragen rund ums Studium wenden: Welche Prüfungen sind besonders wichtig? Wo muss ich eigentlich hin? Und welche Bücher sind zu empfehlen? Außerdem werden sie euch gerne bei der Umsetzung des traditionell vom ersten Semester ausgerichteten Einstandes unterstützend beraten.

www.fachschaft.physik.uni-rostock.de

Institut für Physik auf dem Campus Südstadt

Forschungsgebäude und Lehrgebäude des Instituts für Physik sowie der Forschungsbau des Departments *Leben, Licht und Materie* (LL&M) bilden einen Gebäudekomplex, der modernen Anforderungen in Forschung und Lehre in hervorragender Weise entspricht. Ins Auge fällt der gläserne Übergang zwischen Forschungs- und Lehrgebäude, der die zentrale Campusachse überspannt und die enge Verbindung zwischen Forschung und Lehre widerspiegelt.

Verkehrstechnisch ist der Campus Südstadt durch Bus und Straßenbahn gut zu erreichen, viele Studierende bevorzugen aber das Fahrrad. Kurze Wege gibt es vom Institut zur Mensa, zur Bibliothek und einigen Studierendenwohnheimen.

Der Forschungsbau Life, Light & Matter der Interdisziplinären Fakultät bietet eine exzellente Infrastruktur für die Forschung an fachübergreifenden Fragestellungen.



Das 2015 eingeweihte Gebäudeensemble liegt im Herzen des **Campus Südstadt**, der wesentliche Teile mehrerer Fakultäten beherbergt: der **Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät** (Biowissenschaften, Chemie, Physik), der **Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät**, der **Fakultät für Informatik und Elektrotechnik** und der **Fakultät für Maschinenbau und Schiffstechnik**. Im benachbarten Konrad-Zuse-Haus ist neben der Informatik das **IT- und Medienzentrum** der Universität untergebracht. Auch das Leibniz-Institut für Katalyseforschung ist auf dem Campus angesiedelt. Weiter vergrößert hat sich das dynamische Entwicklungsgebiet in den letzten Jahren noch um Erweiterungsbauten der Chemie und der Angewandten Elektrotechnik.

Das Forschungsgebäude des Institutes für Physik bietet den Professorinnen und Professoren mit ihren Arbeitsgruppen etwa 50 moderne Forschungslabore und eine ideale Atmosphäre für neue wissenschaftliche Ideen und die Forschung bei Bachelor-, Master-, und Doktorarbeiten. Zudem steht uns dort eine feinmechanische Werkstatt auf dem neuesten Stand der Technik zur Verfügung.

Auch das Lehr-Lern-Labor **PhySch** ist dort untergebracht, das Schülerinnen und Schülern, ihren Lehrkräften und unseren Lehramtsstudierenden in fünf Projekten – Kidslab, Astrolab, Mechaniklab, Photonlab, Freelab – die Möglichkeit gibt, in spannenden und methodisch vielfältigen Lehr-Lern-Prozessen der Physik ganz nah zu kommen.

Das barrierefreie Lehrgebäude beherbergt drei Hörsäle, drei Seminarräume, einen Rechnerpool, die studentische Fachschaft sowie die Institutsverwaltung und das Prüfungsamt. Das helle, großzügig gestaltete Foyer im Lehrgebäude bietet Platz zum gemeinsamen Arbeiten und Diskutieren und zum Entspannen. Hands-On-Experimente laden zum spielerischen Umgang mit Physik ein.



Treppenhaus des Hörsaalgebäudes: Das Kunstwerk „Paternoster“ nimmt den Betrachter mit auf eine Reise in die Geschichte der Physik, von Aristoteles über Marie Curie, Max Planck und Albert Einstein bis zu Stephen Hawking.

Zwei ganze Etagen im Lehrgebäude stehen dem Physikalischen Praktikum zur Verfügung. In mehr als zwanzig Laborräumen führen unsere Bachelor- und Lehramtsstudierenden, aber auch Studierende zahlreicher anderer Fachrichtungen physikalische Experimente durch.



Die strahlend weiße Astrokuppel auf dem Dach des Lehrgebäudes – ein echter Eyecatcher.

Auf dem Dach des Lehrgebäudes ist seit 2018 eine astronomische Station aufgebaut. Das computergesteuerte Teleskop dient sowohl der Lehre als auch der Forschung. Lehramtsstudierende können das Observatorium für Praktika und Studienarbeiten nutzen. Aber auch interessierten Bachelor- und Masterstudenten steht zukünftig die Einrichtung offen. Bei der Forschung stehen Planeten außerhalb unseres Sonnensystems und ausgewählte Sterne im Vordergrund.



Das Foucaultsche Pendel im Treppenhaus ist 16 m lang. Ein besonderer Antrieb hält das Pendel kontinuierlich in Bewegung, ohne Einfluss auf die Schwingungsebene zu nehmen; er basiert auf dem Prinzip der parametrischen Verstärkung.

Institutssternwarte

Das Institut für Physik der Universität Rostock verfügt über zwei voll funktionstüchtige astronomische Beobachtungssysteme:

- die Astrokuppel auf dem Dach des Hörsaalgebäudes in Rostock und
- ein System in Carona im Schweizer Kanton Tessin in den südlichen Alpen.



9 Zoll Schmidt-Cassegrain-Teleskop in der Rostocker Astrokuppel

Das Rostocker Teleskop (siehe Abb. oben) ist ein 9 Zoll Schmidt-Cassegrain (C9) mit einer gekühlten Astrokamera QHY9 mit Filterrad. In Carona (Abb. unten) steht ein 12 Zoll Newton Teleskop mit der gleichen Astrokamera. Beide Systeme besitzen eine Canon EOS Kamera mit einem Objektiv $F=50\text{mm}$ 1:1.9 für Sternfeldaufnahmen und Suchfunktion.



12 Zoll Newton-Teleskop in Carona

Beide Systeme sind remotefähig und ähnlich in der Handhabung. Beide Systeme sind dankenswerterweise von Prof. em. Lienhard Pagel aufgebaut und an das Institut übergeben worden.

Die Arbeitsgemeinschaft „Astronomie“ am Institut für Physik wird von Dr. Matthias Heinrich geleitet und steht allen interessierten Studierenden und Mitarbeitern offen, die bei den Beobachtungen und Auswertungen mitarbeiten möchten.

Die Teleskope in beiden Stationen werden für die Beobachtung veränderlicher Sterne und von Exo-Planeten mit der Transitmethode verwendet. Dazu werden die Lichtkurven mittels Photometrie bestimmt und ausgewertet.



Die Sternwarte wird auch für die Lehramtsausbildung im Fach Astronomie sowie für die Öffentlichkeitsarbeit genutzt. Im Rahmen des Beobachtungsprogramms können Themen für Staatsexamens-, Bachelor- und Masterarbeiten vergeben werden.

Dr. Matthias Heinrich

www.physik.uni-rostock.de/astro-ag/

Physik in Rostock: 1419 bis heute

Die *alma mater rostochiensis* wurde am 12. November 1419 gegründet. Sie ist eine der ältesten und traditionsreichsten Universitäten Deutschlands. Zunächst hatte sie drei Fakultäten: *Facultas artium* (die spätere Philosophische Fakultät), die medizinische und die juristische Fakultät. Erst 1432 wurde die Einrichtung einer theologischen Fakultät von Papst Eugen IV. gestattet. In der *Facultas artium* wurde das Grundwissen vermittelt, das jeder Student besitzen musste, wenn er die übrigen drei höheren Fakultäten absolvieren wollte.

Joachim Jungius, Rostock 1624-1629

Jungius (1587-1657) gilt als größter Universalgelehrter der Universität Rostock. Er war Mathematiker, Physiker, Mediziner und Philosoph und befasste sich mit Chemie, Atomistik, Logik, Mathematik und Didaktik. 1622 gründete er die *Societas Ereunetica sive Zetetica*, die erste naturwissenschaftliche Gesellschaft nördlich der Alpen.

Physik wurde im Rahmen der *philosophia naturalis* zunächst im Sinne von Plato und später von Aristoteles gelehrt. In diesem Sinne befasste sich Physik mit einigen grundlegenden Begriffen zur Beschreibung von Naturvorgängen: Veränderung, Bewegung, Natur, Ursache, Zufall, Unendlichkeit, Raum, Leere, Zeit, Kontinuität. Es handelt sich nicht um eine mathematische Darlegung der Grundzüge der Natur in heutigem Sinne. Nicht die Erforschung der Natur auf gesicherter experimenteller Basis, sondern die Vermittlung der über Jahrhunderte kanonisierten Lehrinhalte stand im Vordergrund.

Erst im 19. Jahrhundert wurden in Deutschland disziplinär geprägte Lehrstühle für Physik etabliert. In Rostock wurde Ludwig Matthiesen (1830-1906) im Jahr 1874 der erste Ordinarius der Physik. Die Errichtung eines unabhängigen Lehramtes für Physik führte

zur Entwicklung eines eigenständigen physikalischen Instituts.



Physikalisches Institut hinter dem Universitätshauptgebäude im Jahr 1885 (links) und Auditorium im Jahr 1894 (rechts).

1879 wurde an der Universität Rostock ein Mathematisch-Physikalisches Seminar gegründet, bei dem Studenten experimentelle und theoretische Aufgaben eigenständig unter Anleitung durch die Professoren lösten.



Das 1910 als „Physikalisches Institut“ errichtete Gebäude wurde bis zum Sommer 2015 genutzt.

1910 erhielt das Physikalisches Institut ein neues Gebäude am Universitätsplatz.

„Der großen, gewaltigen Entwicklung der Chemie [...] folgt jetzt der unerhörte Aufschwung der Physik auf dem Gebiete der Elektrizität, der Röntgenstrahlung und Radiumemanationen, den wir stauenden Sinnes miterleben und der auch an unserer Universität die Errichtung eines neuen, großen, mit allen modernen Einrichtungen ausgestatteten, physikalischen Instituts notwendig gemacht hat.“
Rektor Professor Dr. med. Martius am 1.7.1910.

Erst Mitte der 1990er Jahre erfolgte eine gründliche Renovierung und die Ergänzung durch einen Labor-Containerbau, 2015 dann der Umzug in den Neubau in der Südstadt.

Lange Zeit gab es lediglich eine ordentliche Professur für Physik (nachfolgend für Experimentalphysik). Ab 1920 kam eine Professur für Theoretische Physik hinzu, 1924 eine Professur für Angewandte Physik.

Zustandsgleichung von Dieterici, Lenz-Runge-Vektor, Lenz-Ising-Modell, Stern-Gerlach-Versuch, Schottky-Diode, Hundsche Regeln, Jordan-Algebra, Kelbg-Potential - allen diesen Begriffen werden Sie mit einiger Sicherheit in Ihrem Physikstudium begegnen. Die Namensgeber waren alle einige Zeit Professoren an der Uni Rostock: Conrad Dieterici (1906-1907), Wilhelm Lenz (1920-1921), Otto Stern (1921-1922), Walter Schottky (1923-1927), Friedrich Hund (1927-1929), Pascual Jordan (1929-1944), Günter Kelbg (1959-1987).

1948 wurde eine Professur für Methodik des Physik-Unterrichts eingerichtet. Seit ca. 1970 fächerte die experimentelle und theoretische Physik thematisch und personell immer mehr auf: 1985 gab es vier ordentliche Professuren in Experimental- und angewandter Physik und drei ordentliche Theorie-Professuren.

Hans Falkenhagen, in Rostock 1949-1962
Falkenhagen (1895-1971) zählt zu den Begründern der Elektrolyttheorie (neben seinem Lehrer Peter Debye sowie Erich Hückel und Lars Onsager).

Der Name des Instituts wechselte mehrmals. Eine Hochschulreform im Jahre 1968 führte zur Gründung der *Sektion Physik*, die das Physikalische Institut, das 1951 von Falkenhagen gegründete Institut für Theoretische Physik und die Abteilung Methodik des Physikunterrichts vereinigte. Mit dem Strukturwandel nach 1989 entstand der *Fachbereich Physik*. 2004 erfolgte eine erneute Umbenennung in *Institut für Physik*. Auch die Zuordnung zu einer Fakultät wechselte: Bis 1951 gehörte die Physik zur Philosophischen Fakultät, danach zur Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät.

Paul Kunze, in Rostock 1926-1958

Kunze (1897-1986) erforschte die kosmische Strahlung in Nebelkammerexperimenten. Er entdeckte 1932 Spuren eines unbekanntes positiv geladenen Teilchens mit einer Ionisierungswirkung, die für ein Proton zu schwach und für das gerade kurz vorher von Anderson entdeckte Positron zu stark war. Erst 1947 konnte das Myon als eigenes Elementarteilchen identifiziert werden.

Ende der 1960er Jahre wurde die experimentelle Forschung auf die Strukturuntersuchungen an Festkörpern, die elektronische Struktur von Halbleiter- und Isolatorschichten und die dielektrische Spektroskopie ausgerichtet. In der Theoretischen Physik wurde – neben der Beschreibung elektrolytischer Lösungen – die Quantenstatistik von Vielteilchensystemen ein Schwerpunkt der Forschung.

Ab 1992 kam es zu einem tiefgreifenden Strukturwandel. Kollegen von der Pädagogischen Hochschule Güstrow wurden in den Fachbereich integriert. Das Spektrum der physikalischen Forschung konnte in den Folgejahren durch Neuberufungen insbesondere im experimentellen Bereich weiter verbreitert werden. Forschergruppen des Fachbereiches waren am ersten in Mecklenburg-Vorpommern geförderten Sonderforschungsbereich zur „Kinetik partiell ionisierter Plasmen“ von 1993-2004 beteiligt. Ein weiterer Sonderforschungsbereich zur Erforschung der „Wechselwirkung von Licht und Materie“ arbeitete von 2005-2016.

2007 wurde die Physikausbildung vom Diplomstudiengang auf die gestuften Bachelor- und Masterstudiengänge umgestellt.

Studiengangprofil

Zielgruppe

Wer besonders neugierig ist, die grundlegenden Zusammenhänge in der Natur verstehen möchte und Spaß am Lösen komplexer Probleme hat, die oder der ist bei der Physik richtig aufgehoben. Das Studium vermittelt tiefe Einblicke in faszinierende Forschungsgebiete und trainiert die Studierenden in modernen Theorien und Experimentier-techniken. Das Ganze geschieht in einem international geprägten Umfeld.

Gegenstand und Ziel des Studiums

Das Studium führt in die inhaltlichen und methodischen Grundlagen der Physik ein und gibt einen Einblick in die grundlegenden Forschungsrichtungen des Fachs. Die Studierenden erwerben wissenschaftliches Grundlagenwissen in der experimentellen und theoretischen Physik sowie in der Mathematik.

Das Studium vermittelt Kompetenzen und Fähigkeiten, die erworbenen Kenntnisse problemorientiert zu nutzen, sie kritisch einordnen zu können und sie den sich ständig ändernden beruflichen Anforderungen entsprechend zu erweitern. Das Studium befähigt, grundlegende Erkenntnisse der Physik in einem breitangelegten Berufsfeld anzuwenden. Dazu dient insbesondere auch das Studium im nichtphysikalischen Wahlbereich.

Welche Interessen, Fähigkeiten und Neigungen sollten Studienanfänger mitbringen?

Es sollte ein stark ausgeprägtes Interesse bestehen, sich mit wissenschaftlichen und abstrakten Fragestellungen auseinanderzusetzen. Die Studierenden arbeiten gerne analytisch und systematisch. Neben diesen Eigenschaften sollten Studierende auch ein sehr gutes logisch-mathematisches Verständ-

nis und eine ordentliche Portion Fleiß und Ausdauer mitbringen. Sie beschäftigen sich intensiv mit Fachliteratur.

Gefragt sind im Studium sowohl eine theoretische Herangehensweise an Sachverhalte als auch eine praktische Veranlagung und durchaus ergebnisorientierte Arbeits- und Denkweisen. Eine stärkere Spezialisierung in Richtung der Theoretischen Physik oder in Richtung der Experimental- bzw. Angewandten Physik erfolgt später im Masterstudium.

Welche Tätigkeiten können später ausgeübt werden?

Der Bachelor-Abschluss kann einen frühen Einstieg ins Berufsleben ermöglichen, insbesondere auf Tätigkeitsfeldern, bei denen es um die Erfassung physikalischer und technischer Messwerte, die Einrichtung und Betreuung moderner Produktionsanlagen sowie um Organisations-, Beratungs- und Prüfaufgaben in Forschungsinstituten, in der Industrie, in Unternehmen und Behörden geht.

Diese Tätigkeitsfelder umfassen zum Beispiel die Gebiete der Halbleitertechnologie, der Optik und Lasertechnik, der Nanotechnologien, der Energiewirtschaft, der IT-Dienstleistungen, der Finanzwelt und das Gebiet der Medizintechnik.

Für Führungspositionen wird i.d.R. der Abschluss eines weiterführenden Studiums erwartet. Fast alle Bachelorabsolventen im Bereich Physik schließen in Deutschland gegenwärtig direkt einen Masterstudiengang an.

Studienberatung für Bachelor/Master

Dr. Franziska Fennel

Dr. Christian Peltz

Tel. (0)381 498-6963 bzw. -6817

studienberatung.physik@uni-rostock.de

Studienablauf

Das Studium gliedert sich in Module, die inhaltlich zusammenhängende Lehrveranstaltungen umfassen. Sie erstrecken sich in der Regel über ein Semester und werden mit einer Modulprüfung abgeschlossen. Es gibt Pflichtmodule, deren erfolgreicher Abschluss obligatorisch ist, und Wahlpflichtmodule, die aus einem vorgegebenen Wahlbereich ausgewählt werden.

Lehrveranstaltungen bestehen in der Regel aus Vorlesungen (V), Übungen (Ü), Seminaren (S) und/oder Praktika (P), sie können aber auch in anderen Lehrformen wie Berufs-

praktika, Exkursionen, Studienprojekten oder E-Learning angeboten werden. Mit dem erfolgreichen Abschluss einer Modulprüfung erwerben die Studierenden Leistungspunkte (LP), die ein quantitatives Maß für den mit dem Studium verbundenen Arbeitsaufwand sind. Ein Leistungspunkt entspricht dabei dem Aufwand von 30 Stunden. Je Semester sind durchschnittlich 30 Leistungspunkte (LP) zu erwerben, was einem Arbeitsaufwand von 900 Stunden pro Semester entspricht.

	Experimentalphysik	Praktikum	Theoretische Physik	Mathematik	Wahlbereich
1	Experimentalphysik 1: Mechanik und Wärme 5V, 2S, 1P (9 LP)	Einführungspraktikum	Theoretische Physik 1 Klassische Mechanik 4V, 2S (9 LP)	Analysis 1 Differential- und Integralrechnung 3V, 1Ü (6 LP)	Lineare Algebra 3V, 1Ü (6 LP)
2	Experimentalphysik 2 Elektrizität und Magnetismus 3V, 1S (6 LP)	Grundpraktikum 1 Mechanik, Wärme 3 P (3 LP)	Theoretische Physik 2 Analytische Mechanik 3V, 1S (6 LP)	Analysis 2 Funktionen von mehreren Veränderlichen 4V, 2Ü (9 LP)	Wahlbereich (24 LP)
3	Experimentalphysik 3 Optik und Quantenphysik 4V, 2S (9 LP)	Grundpraktikum 2 Elektr., Magnet., Relativität 3 P (3 LP)	Theoretische Physik 3 Elektrodynamik und Optik 4V, 2S (9 LP)	Analysis 3 Funktionentheorie, Hilbertraumtheorie 3V, 1Ü (6 LP)	
4	Experimentalphysik 4 Atome und Moleküle 3V, 1S (6 LP)	Grundpraktikum 3 Optik, Quanten- und Atomphysik 3P (3 LP)	Theoretische Physik 4 Quantenphysik 4V, 2S (9 LP)	Analysis 4 Distributionen, partielle Differentialgleichungen 4V, 2Ü (9 LP)	
5	Experimentalphysik 5 Festkörperphysik 3V, 1S (6 LP)	Fortgeschrittenen- praktikum 1 Elektronische Messtechnik 4P (6 LP)	Theoretische Physik 5 Statistische Physik und Thermodynamik 4V, 2S (9 LP)		
6	Experimentalphysik 6 Kern- und Teilchenphysik 3V, 1S (6 LP)	Fortgeschrittenen- praktikum 2 Spektroskopie komplexer Systeme 4P (6 LP)	Theoret. Physik 6 Spezielle Relativi- tätstheorie 2V, 1S (3 LP)	Bachelorarbeit (12 LP)	

Studienablaufplan.

Das Studium umfasst sechs Semester und teilt sich in die Gebiete

- Experimentalphysik (11 Pflichtmodule)
- Theoretische Physik (6 Pflichtmodule)
- Mathematik (5 Pflichtmodule)
- Wahlbereich
- Bachelorarbeit.

Die Module verschiedener Lehrgebiete sind so aufeinander abgestimmt, dass das Studium optimal in der im Regelstudienplan dargestellten Weise erfolgen kann.

Die wesentlichen Lehrinhalte werden in den Vorlesungen vermittelt. Durch zugeordnete Übungen und Seminare werden diese Lehrinhalte vertieft, ergänzt und an Beispielen näher erläutert. Im Rahmen der Grundpraktika werden anhand konkret vorgegebener Aufgabenstellungen grundlegende experimentelle Techniken der Physik erlernt und angewendet. In den anschließenden

Fortgeschrittenenpraktika werden für das Berufsfeld von Physikern wichtige Arbeitsmethoden und Arbeitstechniken sowie der Umgang mit modernen wissenschaftlichen Geräten erlernt. Die Studierenden werden an die Arbeit in den einzelnen Forschungsgruppen des Instituts herangeführt.

Im Wahlbereich sind Module mit insgesamt 24 Leistungspunkten zu studieren, darunter höchstens ein Sprachmodul. Es sind dem Berufsbild entsprechende Kenntnisse zu erwerben, insbesondere in Naturwissenschaften, Wirtschaftswissenschaften und in der Informatik. Darüber hinaus sollen Kenntnisse und Fertigkeiten im Bereich der Softskills erworben werden, insbesondere methodische Kompetenzen wie Sprachfähigkeiten, Präsentationstechniken, strukturierte und zielorientierte Arbeitsweise, Organisationsfähigkeiten und Zeitmanagement.

Informatik, Mathematik	Chemie	Physik	Softskills
Einführung in die Praktische Informatik	Allgemeine Chemie im Nebenfach	Astronomie und Astrophysik: Sterne, Galaxien, Universum	Präsentationstechniken und soziale Kompetenz
Informatik: Einführung in die Programmierung	Hauptgruppenchemie unter ökologischen Aspekten	Hydrodynamics	Englisch Fachkommunikation C1.1 (CEFR)
Informatik: Algorithmen und Datenstrukturen	Mischphasenthermodynamik und Elektrochemie	Elektronik und elektrische Messtechnik	Englisch Fachkommunikation C1.2 (CEFR)
Numerische Mathematik	Grundlagen der Thermodynamik und Kinetik	Spezielle Probleme der Physik	Wirtschaft
Dynamische Systeme	Stochastik	Berufspraktikum Physik	Einführung in die Betriebswirtschaftslehre

Empfohlene Module für den Wahlbereich. Die Wahl anderer Module aus dem Angebot der Universität ist ebenso möglich.

Die Bachelorarbeit wird im sechsten Semester in einer der wissenschaftlichen Arbeitsgruppen angefertigt. Sie dient dem Nachweis vertiefter Kenntnisse auf einem ausgewählten Gebiet der Physik sowie der Fähigkeit zur wissenschaftlichen Arbeit und ihrer sachgerechten schriftlichen Darstellung. Die Bachelorarbeit wird mit einem Kolloquium abgeschlossen.

Es sind jederzeit Studienaufenthalte an anderen Universitäten oder Forschungseinrichtungen möglich. Auch Studiensemester im Ausland werden durch das Institut für Physik ausdrücklich unterstützt, empfohlen ist besonders das vierte oder fünfte Semester. Die dort erbrachten Leistungen werden bei Äquivalenz anerkannt.

Studiengangprofil

Zielgruppe

Zielgruppe dieses Studiengangs sind Absolventen eines Bachelorstudienganges Physik oder eines äquivalenten physikorientierten Studiums.

Der Masterstudiengang Physik wird in englischer Sprache angeboten. Einzelne Module können in deutscher Sprache angeboten werden, sofern alle teilnehmenden Studierenden damit einverstanden sind.

Gegenstand und Ziel des Studiums

Das Studium erweitert die in einem vorangegangenen Bachelorstudium vermittelten inhaltlichen und methodischen Grundlagen des Faches. Es befähigt zum Verständnis und zur wissenschaftlichen Anwendung grundlegender Erkenntnisse der Physik. Lehrinhalte und -formen basieren in stärkerem Maße auf der Einheit von Lehre und Forschung und vermitteln über das Grundlagen- und Fachwissen hinaus Methoden- und Systemkompetenz. Ziel ist es, die Studierenden auf der Basis vermittelter Methoden- und Systemkompetenzen sowie unterschiedlicher wissenschaftlicher Sichtweisen zu eigenständiger Forschungsarbeit anzuregen. Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, komplexe Problemstellungen aufzugreifen und sie mit wissenschaftlichen Methoden auch über die aktuellen Grenzen des Wissensstandes hinaus zu lösen. Damit sind die Absolventen auch in der Lage, einer wissenschaftlichen Tätigkeit mit dem Ziel der Promotion erfolgreich nachzugehen.

Welche Interessen, Fähigkeiten und Neigungen sollte ein Studienanfänger mitbringen?

Es sollte ein stark ausgeprägtes Interesse bestehen, sich mit wissenschaftlichen und abstrakten Fragestellungen auseinanderzusetzen. Die Studierenden arbeiten gerne

analytisch und systematisch. Neben diesen Eigenschaften sollten Studierende auch ein sehr gutes logisch-mathematisches Verständnis und eine ordentliche Portion Ausdauer mitbringen. Gefragt sind im Studium sowohl eine theoretische Herangehensweise an Sachverhalte als auch eine praktische Veranlagung und durchaus ergebnisorientierte Arbeits- und Denkweisen. Hohe Anforderungen werden an die Selbstorganisation gestellt. Gutes Zeitmanagement und Selbstdisziplin sind Voraussetzungen für ein erfolgreiches Studium.

Welche Tätigkeiten können ausgeübt werden?

Die im Studium vermittelten Kenntnisse und Fähigkeiten sichern dem Master of Science Physik ein breites Berufsfeld: Grundlagenforschung an Universitäten, Hochschulen, Instituten, Angewandte Forschung und Entwicklung in der Industrie, Entwicklung und Einsatz von Mess- und Prüftechnik, Betreuung von Diagnose- und Therapieverfahren in der Medizin, Leitung und Management in innovativen Unternehmen, Tätigkeiten in Begutachtung und Beratung, Planungs- und Verwaltungsaufgaben in Behörden, sowie Einsatzmöglichkeiten in vielen Bereichen der Wirtschaft, in denen fundierte mathematisch-naturwissenschaftliche Kenntnisse Grundlage für die Entwicklung neuer Produkte und Herstellungsverfahren sowie strategischer Entscheidungsprozessen sind.

Für eine Tätigkeit in der wissenschaftlichen Forschung und Lehre ist im Anschluss an das Masterstudium meist eine Promotion erforderlich. Die Promotion erleichtert auch in der Privatwirtschaft den Zugang zu gehobenen beruflichen Positionen.

Studienablauf

Der viersemestrige Masterstudiengang wird in englischer Sprache angeboten und gliedert sich in Pflichtmodule, Wahlpflichtmodule und nichtphysikalische Wahlmodule.

Im Zentrum der ersten beiden Semester steht die Vermittlung und Vertiefung anspruchsvoller wissenschaftlicher Konzepte und Methoden der Physik. Im Forschungspraktikum „Advanced Research Laboratory“ erwerben die Studierenden Kenntnisse und Fertigkeiten bei experimentellen und theoretischen Projekten aus dem Bereich der Forschung der Arbeitsgruppen des Institutes für Physik.

Im Masterstudiengang Physik besteht die Möglichkeit, eine der folgenden Studienrichtungen zu wählen:

- Quantum Optics and –Technology
- Ultrafast Optics and Spectroscopy
- Nano and Surface Physics
- Intense Laser-Matter Interaction and High Energy Density Physics
- Physics of Life, Light, and Matter
- Physics of Ocean, Atmosphere, and Space

Die sechs Studienrichtungen ermöglichen den Wissenserwerb in einem breiten Spektrum von Themen, die eng mit den Forschungsfeldern der Professorinnen und Professoren

1	Pflichtmodule und Wahlpflichtmodule gemäß Studienrichtung		Wahlbereich (6 LP)
2	Advanced Research Laboratory (6 LP)	(54 LP)	
3	Research Phase 1 In-depth Knowledge Acquisition (12 LP)	Research Phase 2 Method Training (12 LP)	
4	Master Thesis (30 LP)		

Im Wahlbereich werden Kenntnisse auf anderen Wissenschaftsgebieten oder im Bereich der Softskills erworben. Beispiele sind: Renewable Energy Sources, Physikalische Chemie des Wassers, Einführung in die Mikrobiologie, Strukturanalytik: NMR, Deutsch A1.1, Berufspraktikum.

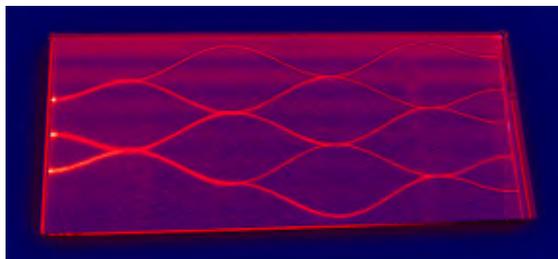
Die Forschungsphase im dritten und vierten Semester konzentriert sich auf die Heranführung an anspruchsvolle wissenschaftliche Forschungsarbeit. Im dritten Semester werden die Fertigkeiten der experimentellen bzw. der theoretischen Praxis ebenso wie die notwendigen Spezialkenntnisse an der vordersten Front der gewählten Studienrichtung erworben. Beides ist in gleichem Maße Voraussetzung für die Durchführung des selbstständigen Forschungsprojektes im Rahmen der Masterarbeit im vierten Semester.

des Instituts für Physik, aber auch anderer Institutionen, wie den Leibniz-Instituten für Ostseeforschung, für Atmosphärenphysik und für Plasmaforschung und Technologie und dem DLR-Institut für Solar-Terrestrische Physik, verknüpft sind.

Es werden Kompetenzen vermittelt, um mit der Arbeit in einer auf diesen Gebieten forschenden Gruppe zu beginnen. Für ein erfolgreiches Absolvieren der Studienrichtung sind studienrichtungsspezifische Module mit insgesamt mindestens 81 Leistungspunkten zu erbringen, darunter die Module „Research Phase 1: In-depth Knowledge Acquisition“, „Research Phase 2: Method Training“ und „Masterarbeit Physik“ mit ihren individuell gewählten, spezifischen Forschungsthemen.

Studienrichtung: Quantum Optics and -Technology

Quantenoptik ist die Wissenschaft des Lichts und seiner quantenmechanischen Eigenschaften. Ihr Gegenstand ist die Ausbreitung des Lichts, seine quantenhafte Natur und seine Wechselwirkung mit Materie.



Fluoreszenzbild der möglichen Pfade dreier verschränkter Photonen in einer Boson-Sampling-Struktur auf einem Chip.

Die präzise Kontrolle von Erzeugung, Manipulation und Detektion von Quantenlicht und seinen Wechselwirkungen, die heute möglich sind, haben maßgeblich zur Entstehung der 2. Quantenrevolution beigetragen. Hierbei wird

aktiv auf die Prinzipien der Quantenmechanik zurückgegriffen, um auf ihrer Grundlage neuartige Technologien – Quantentechnologien – für die Informationsverarbeitung und -übertragung oder die Messung physikalischer Größen zu entwickeln.

Zentraler Bestandteil der Studienrichtung ist die Vermittlung der physikalischen Grundlagen quantisierter elektromagnetischer Felder und des Messprozesses, der Informationsverarbeitung und -übertragung sowie deren experimentelle Umsetzung in der integrierten Photonik oder in festkörperbasierten Strukturen mit atomähnlichen Eigenschaften (Exzitonen, Farbzentren, Quantenpunkte). Auch weiterführende wissenschaftliche Themen bis hin zu aktuellen technologischen Entwicklungen der Quantencomputer und Quantensimulatoren werden beleuchtet.

1	Advanced Quantum Theory 4V, 2S (9 LP)	Introduction to Quantum Optics 4V, 2S (9 LP)	Compulsory electives	Electives (6 LP)	
2	Advanced Research Laboratory (6 LP)	Quantum-Information, -Computing, and -Sensing 4V, 2S (9 LP)	Laser Physics 2V, 2S (6 LP)		(21 LP)
3	Research Phase 1 In-depth Knowledge Acquisition (12 LP)		Research Phase 2 Method Training (12 LP)		
4	Master Thesis (30 LP)				

Studienplan der Studienrichtung Quantum Optics and - Technology bei Studienbeginn im Wintersemester.

Quantum Technology 3V, 1S (6 LP)		Nonlinear Optics and Spectroscopy 4V, 2S (9 LP)		Topical Problems of Quantum Technology 2V, 1S (3 LP)
X-ray Nano-optics: Imaging and Scattering 2V, 1S (3 LP)	Intense Laser-Matter Interaction 4V, 2S (9 LP)		Ultrafast Optics 3V, 1S (6 LP)	
Computational Quantum and Many-Particle Physics 4V, 2S (9 LP)		Introduction to Quantum Field Theory 2V, 2S (6 LP)		General Relativity 2V (3 LP)

Im Wahlpflichtbereich (Compulsory electives) werden im Wintersemester drei Module und im Sommersemester sechs Module angeboten. Es sind Module im Umfang von 21 LP zu wählen. Im Umfang von bis zu 18 LP können auch Wahlpflichtmodule aus anderen Studienrichtungen studiert werden.

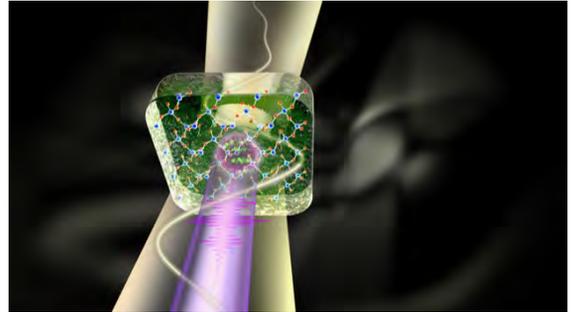
Studienrichtung: Ultrafast Optics and Spectroscopy

In dieser Studienrichtung werden Konzepte der Laserphysik, insbesondere Aufbau, Funktionsweise und Anwendungen von Lasern, vermittelt. Es wird gezeigt, wie mit Hilfe von Lasern in der Spektroskopie grundlegende Eigenschaften von Atomen bis hin zu Festkörpern aufgeklärt werden können.

Die vorgestellten Methoden decken einen breiten Wellenlängen- und Zeitskalenbereich ab. Zur Auflösung der Elektronendynamik in Molekülen oder Festkörpern benötigt man Laserpulse mit Pulsdauern bis in den Attosekundenbereich. Chemische Reaktionen, z. B. in der Photokatalyse, finden oft im Nanosekundenbereich statt. Effekte, die aus der Wechselwirkung von Materie mit starken Laserfeldern resultieren, werden im Detail eingeführt.

Ziel der Grundlagenforschung ist es, experimentelle optische Methoden zu entwickeln,

maßgeschneiderte Laserfelder zu erzeugen und für die Untersuchung von Materie nutzbar zu machen.



Wechselwirkung eines KurzpulsLasers mit den gebundenen Elektronen in einer Probe (künstlerische Darstellung).

Auf Seiten der Theorie liegt der Schwerpunkt in der Entwicklung und Anwendungen effizienter numerischer Verfahren zur Simulation der durch Laserfelder initiierten Quanten- oder klassischen Dynamik.

1	Advanced Quantum Theory 4V, 2S (9 LP)		Compulsory electives (18 LP)		Electives (6 LP)
2	Advanced Research Laboratory (6 LP)	Nonlinear Optics and Spectroscopy 4V, 2S (9 LP)	Laser Physics 2V, 2S (6 LP)	Ultrafast Optics 3V, 1S (6 LP)	
3	Research Phase 1 In-depth Knowledge Acquisition (12 LP)		Research Phase 2 Method Training (12 LP)		Compulsory electives (6 LP)
4	Master Thesis (30 LP)				

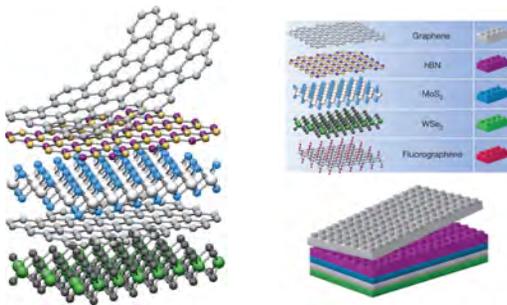
Studienplan der Studienrichtung Ultrafast Optics and Spectroscopy bei Studienbeginn im Wintersemester.

Introduction to Quantum Optics 4V, 2S (9 LP)	X-ray Nano-optics: Imaging and Scattering 2V, 1S (3 LP)	Intense Laser-Matter Interaction 4V, 2S (9 LP)
Surface Physics and Scanning Probe Microscopy 4V, 2S (9 LP)	Advanced Experimental Molecular Physics 3V, 1S (6 LP)	Introduction to Quantum Field Theory 2V, 2S (6 LP)
Computational Quantum and Many-Particle Physics 4V, 2S (9 LP)	From Molecules to Solids 3V, 1S (6 LP)	

Im Wahlpflichtbereich (Compulsory electives) werden im Wintersemester sechs Module und im Sommersemester zwei Module angeboten. Es sind Module im Umfang von 24 LP zu wählen. Im Umfang von bis zu 18 LP können auch Wahlpflichtmodule aus anderen Studienrichtungen studiert werden.

Studienrichtung: Nano and Surface Physics

Nanostrukturen und maßgeschneiderte Oberflächen spielen eine zentrale Rolle für wichtige technologische Entwicklungen.



Zweidimensionale Kristalle bestehen aus einzelnen Atomlagen. Sie können übereinander gestapelt werden wie Lego-Bausteine. Dadurch ergeben sich Festkörper mit neuartigen Eigenschaften. Quelle: A. K. Geim and I. V. Grigorieva, Nature (2013).

Die elektronischen, optischen und mechanischen Eigenschaften von Nanostrukturen hängen nicht nur von der Art des Ausgangsmaterials ab, sondern auch stark von der Strukturgröße, der Form und der Umgebung,

die eine Quantisierung der elektronischen Zustände längs einer oder mehrerer Raumrichtungen verursachen kann.

In dieser Studienrichtung werden moderne Verfahren zur gezielten Herstellung von Nanostrukturen präsentiert. Es werden die physikalischen Grundlagen der Kontrolle der elektronischen Eigenschaften durch Strukturierung und Einschränkung der Dimensionalität vermittelt. Auch in Verfahren zur Aufklärung der Morphologie, elektronischer Struktur, Dynamik und Kopplung von Nanostrukturen wird eingeführt. Eine große Rolle spielen die verschiedenen Rastersonden-Mikroskopie-Methoden, mit denen Oberflächen atomar aufgelöst abgebildet und modifiziert werden können. Weitere wichtige Verfahren wie die (zeitaufgelöste) optische Spektroskopie und (Nahfeld-)Mikroskopie werden ebenfalls behandelt.

1	Advanced Quantum Theory 4V, 2S (9 LP)	Surface Physics and Scanning Probe Microscopy 4V, 2S (9 LP)	Modern nanostructures 1 Basics and synthesis methods 2V, 2S (6 LP)	Electives (6 LP)
2	Advanced Research Laboratory (6 LP)	Modern nanostructures 2 Analysis and specific systems 3V, 1S (6 LP)	Compulsory electives (24 LP)	
3	Research Phase 1 In-depth Knowledge Acquisition (12 LP)		Research Phase 2 Method Training (12 LP)	
4	Master Thesis (30 LP)			

Studienplan der Studienrichtung Nano and Surface Physics bei Studienbeginn im Wintersemester.

Advanced Experimental Molecular Physics 3V, 1S (6 LP)	From Molecules to Solids 3V, 1S (6 LP)	Nonlinear Optics and Spectroscopy 4V, 2S (9 LP)	
Introduction to Quantum Optics 4V, 2S (9 LP)	X-ray Nano-optics: Imaging and Scattering 2V, 1S (3 LP)	Ultrafast Optics 3V, 1S (6 LP)	Molecular and Cellular Biophysics 3V, 1S (6 LP)
Computational Quantum and Many-Particle Physics 4V, 2S (9 LP)	Introduction to Quantum Field Theory 2V, 2S (6 LP)	Laser Physics 2V, 2S (6 LP)	

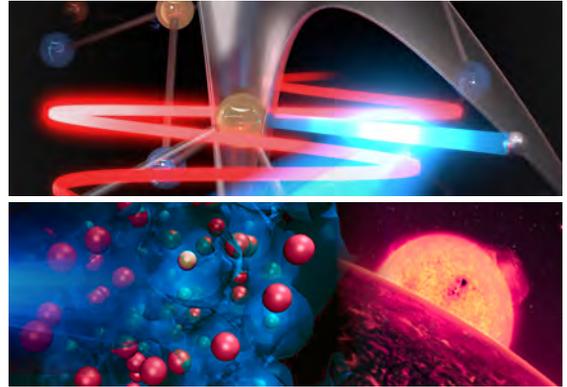
Im Wahlpflichtbereich (Compulsory electives) werden im Wintersemester und im Sommersemester jeweils fünf Module angeboten. Es sind Module im Umfang von 24 LP zu wählen. Im Umfang von bis zu 18 LP können auch Wahlpflichtmodule aus anderen Studienrichtungen studiert werden.

Studienrichtung: Intense Laser-Matter Interaction and High Energy Density Physics

Heutige Laser erreichen Intensitäten, die vielen tausend Sonnen entsprechen. Damit wird die Untersuchung extremer und physikalisch hochkomplexer Zustände – vergleichbar mit dem Inneren von Sternen und Planeten – im Labor möglich. Gemeinsam mit theoretischen Methoden, Computersimulationen und astronomischen Beobachtungen erlaubt dies Rückschlüsse auf die Bildung und Entwicklung der Himmelskörper bis hin zur Entstehung von Leben. Die relevanten Plasmazustände sind ebenso bedeutsam für wichtige Anwendungen, z.B. die Entwicklung kompakter Röntgenquellen und Teilchenbeschleuniger sowie die Erzeugung sauberer Energie durch Fusion.

Ultrakurze intensive Laserpulse ermöglichen das „Filmen“ von Abläufen auf atomarer Ebene in Echtzeit mit Attosekundenauflösung (10^{-18} s). Man kann z.B. verfolgen, wie sich Elektronen bewegen oder Atome neu anordnen. Darüber hinaus führen stark nichtlineare Prozesse zur Emission kohärenter, kurzwe-

liger Strahlung, die einem Vielfachen der Energie der einfallenden Photonen entspricht und Informationen über die Struktur und Dynamik der bestrahlten Materie enthält.



Künstlerische Darstellungen von Laser-Materie-Wechselwirkung, Teilchen-Simulationen und astrophysikalischen Objekten.

Die Studienrichtung führt in die modernen theoretischen und experimentellen Methoden ein, welche u.a. in Hochleistungsrechnern und in Großforschungszentren wie dem European XFEL zum Einsatz kommen.

1	Advanced Quantum Theory 4V, 2S (9 LP)	Physics of Dense Plasmas 4V, 2S (9 LP)	Compulsory electives (27 LP)	Electives (6 LP)
2	Advanced Research Laboratory (6 LP)	Intense Laser-Matter Interaction 4V, 2S (9 LP)		
3	Research Phase 1 In-depth Knowledge Acquisition (12 LP)		Research Phase 2 Method Training (12 LP)	
4	Master Thesis (30 LP)			

Studienplan der Studienrichtung Intense Laser-Matter Interaction and High Energy Density Physics bei Studienbeginn im Wintersemester.

Computational Quantum and Many-Particle Physics 4V, 2S (9 LP)		X-ray Nano-optics: Imaging and Scattering 2V, 1S (3 LP)	Ultrafast Optics 3V, 1S (6 LP)	Astrophysics 3V, 1S (6 LP)	General Relativity 2V (3 LP)
Laser Physics 2V, 2S (6 LP)	Ionosphere Weather at Low Latitudes 2V, 0.5S (3 LP)	Radar Remote Sensing of the Mesosphere 2V, 0.5S (3 LP)	Space Weather 2V, 2S (6 LP)	Introduction to Quantum Field Theory 3V, 1S (6 LP)	Atmospheric Pressure Plasmas 2V (3 LP)

Im Wahlpflichtbereich (Compulsory electives) werden im Wintersemester zwei Module und im Sommersemester fünf Module angeboten. Es sind Module im Umfang von 27 LP zu wählen. Im Umfang von bis zu 18 LP können auch Wahlpflichtmodule aus anderen Studienrichtungen studiert werden.

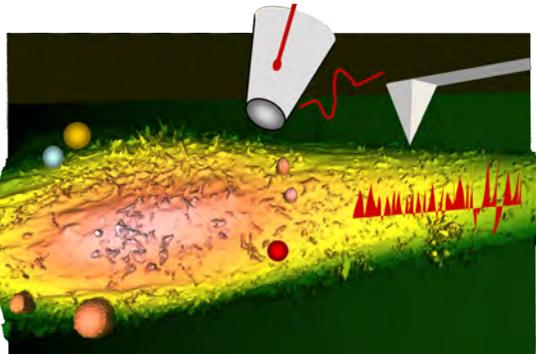
Studienrichtung Physics of Life, Light, and Matter

Die Physik spielt für angrenzende Wissenschaften, wie die Chemie, Biologie, Umweltwissenschaften, Medizin, und Materialwissenschaften mittlerweile eine Schlüssel-

Auch die Entwicklung innovativer Untersuchungsmethoden, z. B. im Bereich der Mikroskopie oder Spektroskopie, und die Interpretation der damit erhaltenen Ergebnisse beruhen auf einem tiefen Verständnis grundlegender physikalischer Konzepte.

Die Studienrichtung „Physics of Life, Light, and Matter“ behandelt Themen der Physik, die für diese interdisziplinären Aufgabenstellungen von besonderer Bedeutung sind. Dies umfasst die Physik von Molekülen, Nanostrukturen und Oberflächen.

Anwendungen sind, z.B., die Untersuchung der Zelladhäsion, die Nutzung von Quanteneffekten in der Bio-Sensorik, die Physik von Biomolekülen und Zellen, sowie moderne Methoden der Spektroskopie und der Mikroskopie mit Auflösungen bis zu atomaren Längenskalen.



Lebende Zellen können dreidimensional und nanoskopisch abgebildet und die zellulären Antworten auf elektrische oder optische Stimuli aufgeklärt werden (künstlerische Darstellung).

rolle beim Verständnis mikroskopischer Aspekte, deren Auswirkungen und ihrer Relevanz für Anwendungen.

1	Advanced Quantum Theory 4V, 2S (9 LP)	Advanced Experimental Molecular Physics 3V, 1S (6 LP)	Bioimaging 2V, 2S (6 LP)	Electives (6 LP)
2	Advanced Research Laboratory (6 LP)	Molecular and Cellular Biophysics 3V, 1S (6 LP)	Compulsory electives (27 LP)	
3	Research Phase 1 In-depth Knowledge Acquisition (12 LP)		Research Phase 2 Method Training (12 LP)	
4	Master Thesis (30 LP)			

Studienplan der Studienrichtung Physics of Life, Light, and Matter bei Studienbeginn im Wintersemester.

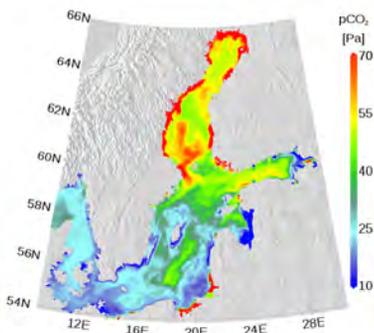
BioSystems Modeling and Simulation 3V, 1S (6 LP)	Modern Nanostructures 1 Basics and Synthesis Methods 3V, 1S (6 LP)	Modern nanostructures 2 Analysis and specific systems 3V, 1S (6 LP)	Laser Physics 2V, 2S (6 LP)
From Molecules to Solids 3V, 1S (6 LP)	Quantum Technology 3V, 1S (6 LP)	Nonlinear Optics and Spectroscopy 4V, 2S (9 LP)	

Im Wahlpflichtbereich (Compulsory electives) werden im Wintersemester vier Module und im Sommersemester drei Module angeboten. Es sind Module im Umfang von 27 LP zu wählen. Im Umfang von bis zu 18 LP können auch Wahlpflichtmodule aus anderen Studienrichtungen studiert werden.

Studienrichtung: Physics of Ocean, Atmosphere, and Space

Das Studium der Vorgänge im „System Erde“ liefert Aufschluss über die komplexen Zusammenhänge zwischen Ozean, Meereis, Atmosphäre und erdnahe Weltraum. Dies ist eine Voraussetzung für das Verständnis des gegenwärtigen und dem zu erwartenden globalen Klima und damit einhergehenden Klimaveränderungen.

Die interdisziplinäre Meeresforschung in Küsten- und Randmeeren mit Fokus auf das Ökosystem der Ostsee ist der Schwerpunkt des Leibniz-Instituts für Ostseeforschung Warnemünde (IOW). Die Forschenden in der Sektion Physikalische Ozeanographie und Messtechnik des IOW arbeiten an Fragestellungen zur Physik der Küstenmeere sowie am Verständnis des regionalen Klimasystems. In seiner Forschung nutzt das Institut neben modernen Beobachtungsmethoden vor allem auch numerische physikalisch-biogeochemische Ozeanmodelle, um die Dynamik der Strömungen sowie deren Einfluss auf die Wärme- und Salzverteilungen und die Konsequenzen für das marine Ökosystem zu erklären.



Kohlendioxidpartialdruck in der Ostsee.

Gekoppelte Ozean-Atmosphären-Eis-Hydrologie-Modelle werden zur Rekonstruktion von Klimaänderungen der letzten 8000 Jahre und für zukünftige Klimaprojektionen angewendet.

Die mittlere Atmosphäre (Mesosphäre und untere Thermosphäre in 50 – 200 km Höhe) steht im Mittelpunkt der Forschungen des Leibniz-Instituts für Atmosphärenforschung in Kühlungsborn (IAP).



Leuchtende Nachtwolken über der Ostsee.

Durch geeignete Datenanalysen und numerische Modelle werden unter anderem die Kopplung der Atmosphärenschichten aufgrund dynamischer Prozesse analysiert. Die vielfältigen experimentellen Untersuchungen finden in Kühlungsborn, an der IAP-Außenstation auf der Insel Rügen in Juliusruh, und im geophysikalischen Observatorium ALOMAR am Rande der Arktis statt. Letzteres liegt in unmittelbarer Nähe zum Startplatz für Höhenforschungsraketen Andøya Space und ermöglicht koordinierte bodengebundene (LIDAR, RADAR) und raketengetragene Messungen. Das IAP betreibt mobile Radare, um Messungen an weiteren wissenschaftlichen Hotspots der Atmosphärenphysik zu gewinnen, und nutzt Satellitendaten für globale Analysen. In der noch weitgehend unerforschte Region der mittleren Atmosphäre liegt der Übergang zwischen Atmosphäre und Weltraum. Sie ist aufgrund ihrer Klimasensitivität und ihrer Bedeutung für wachsenden Weltraumverkehr von besonderem wissenschaftlichem Interesse.

Studienrichtung: Physics of Ocean, Atmosphere, and Space

Hauptforschungsrichtung des *Instituts für Solar-Terrestrische Physik* des Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt am Standort Neustrelitz (DLR) ist die Erforschung des Weltraumwetters.



Empfangsantenne des globalen Real-Time Solar Wind Networks am DLR Standort Neustrelitz (rechts im Bild).

Der Terminus Weltraumwetter bezeichnet die zeitlich variablen Bedingungen auf der Sonne und im Sonnenwind sowie deren Wirkung auf das Ionosphären-Thermo-

sphären-Magnetosphären-System (ITM-System). Das Institut für Solar-Terrestrische Physik befasst sich mit den Eigenschaften und Wechselwirkungen des gekoppelten ITM-Systems sowie dessen Antrieb durch Energieeinträge von der Sonne und von der darunter liegenden Atmosphäre.

Das Weltraumwetter hat einen erheblichen Einfluss auf die Leistung und Zuverlässigkeit von weltraum- und bodengestützten technologischen Systemen. Es kann erhebliche Störungen an modernen Kommunikations- und Navigationssystemen bewirken und damit zu erhöhten Sicherheitsrisiken, wirtschaftlichen Verlusten und verminderter Lebensqualität führen. Die experimentelle Untersuchung des Weltraumwetters findet über fortschrittliche Mess- und Inversionstechniken mittels boden- und weltraumgestützter Sensoren statt.

1	Hydrodynamics 3V, 1S (6 LP)	Compulsory electives (48 LP)		Electives (6 LP)
	Advanced Research Laboratory (6 LP)			
3	Research Phase 1 In-depth Knowledge Acquisition (12 LP)	Research Phase 2 Method Training (12 LP)		
4	Master Thesis (30 LP)			

Studienplan der Studienrichtung *Physics of Ocean, Atmosphere, and Space* bei Studienbeginn im Wintersemester.

Climate of the Earth System 3V, 1S (6 LP)	Ocean modeling 3V, 1S (6 LP)		Coastal Ocean Processes 2V, 0.5S (3 LP)	Turbulence in Fluids 2V, 0.5S (3 LP)	Climate of the Baltic Sea Region Summer School (3 LP)
Introduction to Atmospheric Physics 3V, 1S (6 LP)	Ionosphere Weather at Low Latitudes 2V, 0.5S (3 LP)	Radar Remote Sensing of the Mesosphere 2V, 0.5S (3 LP)	Topical Problems of Atmo- and Ionospheric Physics 2V, 0.5S (3 LP)	Laser Physics 3V, 1S (6 LP)	
Computational Quantum and Many-Particle Physics 4V, 2S (9 LP)		Space Weather 2V, 2S (6 LP)		Space Weather Camp Summer School (3 LP)	

Im Wahlpflichtbereich (Compulsory electives) werden im Wintersemester fünf Module und im Sommersemester acht Module angeboten. Es sind Module im Umfang von 48 LP zu wählen. Im Umfang von bis zu 18 LP können auch Wahlpflichtmodule aus anderen Studienrichtungen studiert werden.

Im Physikalischen Praktikum führen die Studierenden selbstständig Experimente durch. Die Durchführung und die Ergebnisse werden in Versuchsprotokollen dokumentiert. Eine intensive Betreuung der Studierenden garantiert das Gelingen der Experimente. In den Grundpraktika werden grundlegende experimentelle Techniken der Physik erlernt und angewendet. In Fortgeschrittenenpraktika werden für das Berufsbild von Physikerinnen und Physikern wichtige Arbeitsmethoden und Arbeitstechniken, sowie der Umgang mit modernen wissenschaftlichen Geräten erlernt.

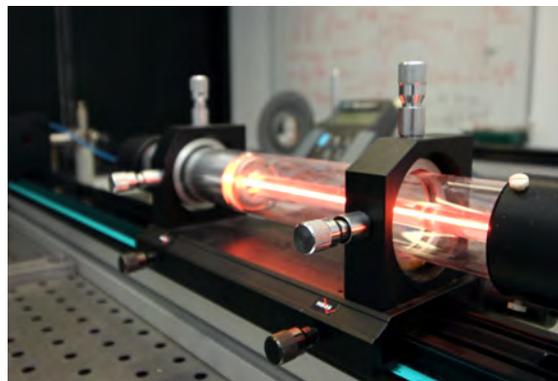
Das Physikalische Praktikum ist inhaltlich weitgehend mit den Vorlesungen abgestimmt, es werden aber auch neue physikalische Kenntnisse vermittelt sowie die selbstständige Erarbeitung von Kenntnissen durch die Studierenden trainiert.

Das Institut für Physik verfügt für das Praktikum über mehr als zwanzig Laborräume, die über verschiedene Ausstattungsdetails wie z.B. Computer, Beamer, digitale Tafeln, lichtdichte Kabinen, Verdunklungsmechanismen, Vakuumbau und Laser aufbauten verfügen.

Die Studentinnen und Studenten des Bachelorstudienganges führen im Physikalischen Grundpraktikum Versuche aus den Gebieten Mechanik, Wärmelehre, Elektrizitätslehre, Optik und Atomphysik durch. Während des anschließenden Fortgeschrittenenpraktikums werden Versuche zur Physikalischen Messtechnik (Elektronik) und anspruchsvollere Experimente aus der Optik sowie der Atom- und Kernphysik durchgeführt.

Im Masterstudium werden innerhalb eines Forschungspraktikums Aufgaben direkt in den verschiedenen Forschungslaboratorien des Institutes oder in den An-Instituten in Warnemünde und Kühlungsborn bearbeitet.

Die Praktika der Studierenden des Lehramtes an Gymnasien entsprechen in den ersten Semestern den Grundpraktika der Bachelor-Ausbildung. Alle anderen Lehramtsstudierenden führen ausgewählte Experimente dieses Programms durch.



Das physikalische Praktikum baut eine Brücke zwischen der Theorie und der Praxis. Die Studierenden führen selbst Experimente durch und müssen sich mit der Theorie, Durchführung, Messwerterfassung und Auswertung des Experiments auseinandersetzen.

Für alle Lehramtsstudierenden ist ein Elektronikpraktikum obligatorisch. Schulrelevante Experimente werden im Rahmen der fachdidaktischen Ausbildung unter dem Aspekt der späteren Verwendung in der Schule behandelt.

Die Lehrinhalte der Physikpraktika für die anderen Fachrichtungen wie Chemie, Maschinenbau, Elektrotechnik, Informationstechnik, Medizinische Biotechnologie, Humanmedizin und Zahnmedizin sind an die jeweilige Fachrichtung angepasst: zum Beispiel führen Medizinstudenten Versuche zu speziellen Themen wie Sonografie, Optik des Auges und Grundlagen der Tomographie durch.

M.Sc. Stephan Graunke
www.physik.uni-rostock.de/praktikum

Studiengangprofil

Zielgruppe

Der Lehramtsstudiengang Physik richtet sich an Studieninteressierte, die den Lehrerberuf anstreben. Es sind prinzipiell alle Fächerkombinationen zugelassen, die durch die Studienangebote der Universität möglich sind. Wer grundlegende Zusammenhänge in der Natur verstehen möchte und Spaß am Experimentieren hat – diese Neugier, dieses Wissen und Können dann aber auch gerne weiter vermitteln möchte, ist hier richtig.

Gegenstand und Ziel des Studiums

Gegenstand des Lehramtsstudiums Physik einschließlich Astronomie ist die ausgewogene Vermittlung von konzeptionellen und methodischen Grundlagen der Physik. Es werden Kompetenzen in den Bereichen Experimentelle Physik, Theoretische Physik, Astronomie sowie Didaktik des Physikunterrichts vermittelt.

Die Studierenden sollen befähigt werden, sowohl den aktuellen Anforderungen des Lehrerberufs fachlich und fachdidaktisch gerecht zu werden, als auch künftige Entwicklungen der Physik und der Astronomie zu verfolgen, zu bewerten und gegebenenfalls für eine adressatengerechte Vermittlung im Unterricht aufzubereiten. Die Studierenden entwickeln die Fähigkeit, die spezifische Rolle der Theorie im Aufbau der Physik, deren Arbeitsstrategien, Denkformen sowie deren Kulturverflechtung an schulrelevanten Beispielen zu verdeutlichen.

Der spätere Unterricht soll fachgerecht, schülergerecht und motivierend gestaltet werden. Dazu benötigen sie Kompetenzen aus den Bereichen des Faches Physik, der Erziehungswissenschaften und pädagogischen Psychologie, welche parallel zur fachlichen und fachdidaktischen Ausbildung erworben werden.

Welche Interessen, Fähigkeiten und Neigungen sollte ein Studienanfänger mitbringen?

Es sollte ein ausgeprägtes Interesse bestehen, sich mit physikalischen Phänomenen und ihrer konzeptionellen Beschreibung auseinander zu setzen. Gefragt sind praktische Fertigkeiten beim Experimentieren aber auch Freude an der theoretischen Beschreibung von physikalischen Phänomenen.

Das prinzipielle Verständnis von Erkenntnisprozessen in der Physik ist wesentlich für gute Erklärungen von physikalischen Sachverhalten auf Schülerniveau. Es sollte ein großes Interesse an pädagogischen Fragen und Aufgaben vorhanden sein. Ausgeprägte Geduld, Nervenstärke, Konsequenz und Ausdauer sind notwendige Eignungsmerkmale für den Beruf der Lehrerin und des Lehrers.

Berufsperspektive

Der Abschluss mit dem 1. Staatsexamen erlaubt den Zugang zum Referendariat, nicht nur in Mecklenburg-Vorpommern, sondern in allen Bundesländern, und damit die spätere Tätigkeit als Lehrkraft in einer Schule. Darüber hinaus bestehen vielfältige Möglichkeiten der Berufstätigkeit in unterschiedlichsten Bildungseinrichtungen und Bildungsinitiativen.

Prinzipiell kann auch eine Promotion angestrebt werden. In der Fachdidaktik ist dies entweder vor dem Referendariat oder auch in einem späteren Stadium der Lehrertätigkeit möglich. Die Anfertigung einer Promotionsarbeit im Fach Physik ist ebenfalls möglich, kann aber den Besuch zusätzlicher Physik-Module während dieser Qualifikationsphase erfordern.

Studienberatung für Lehramt Physik
Priv.-Doz. Dr. Heidi Reinholz
R. 289 im Forschungsgebäude
Tel. (0)381 4986750
heidi.reinholz@uni-rostock.de

Studienablauf

Die Ausbildung zum Lehramt an Gymnasien und zum Lehramt an Regionalen Schulen im Unterrichtsfach *Physik einschließlich Astronomie* erfolgt in modularisierten Studiengängen, die im 10. Semester mit dem 1. Staatsexamen abgeschlossen werden. Das Unterrichtsfach Physik wird parallel mit einem anderen Unterrichtsfach gleichwertig studiert. Es sind prinzipiell alle Fächerkombinationen zugelassen, die durch die Studienangebote der Universität möglich sind. Aus fachwissenschaftlicher Sicht wird eine Koppelung mit dem Unterrichtsfach Mathematik empfohlen. Am Institut für Physik erfolgt die Lehre in der Fachwissenschaft und in der Didaktik der Physik.

*Im Rahmen eines Lehramtsstudiums anderer Fächer oder im Anschluss daran kann ergänzend **Physik als Beifach** studiert werden.*

*In der Studienrichtung Berufsschulische Orientierung des Studienganges Bachelor/Master für Wirtschaftspädagogik und im Bachelorstudiengang Berufspädagogik kann **Physik als Zweitfach** studiert und die Qualifizierung für das Lehramt für berufliche Schulen erworben werden.*

Den Studierenden werden grundlegende Fähigkeiten für die gezielten und nach wissenschaftlichen Erkenntnissen gestalteten Bildungsprozesse im Fach Physik vermittelt. Sie erhalten ein physikalisches Fachwissen, das es ihnen ermöglicht, Unterrichtskonzepte und -medien fachlich zu gestalten, inhaltlich zu bewerten, neuere physikalische Forschung in Übersichtsdarstellungen zu verfolgen und aktuelle Themen in den Physikunterricht einzubringen. Das Fachstudium führt in die inhaltlichen und methodischen Grundlagen der Experimentalphysik und der Theoretischen Physik ein. Das Studium in Experimentalphysik erfolgt in den ersten Semestern gemeinsam mit dem Bachelorstudiengang Physik. Im weiteren Verlauf werden, in Ab-

hängigkeit vom gewählten Lehramt, speziell auf sie zugeschnittene Lehrveranstaltungen angeboten. Die Theoretische Physik wird in einer separaten Veranstaltungsreihe vermittelt. Im Wahlpflichtbereich können - berufsorientiert - fachlich vertiefende Module gewählt werden.



Planetenmodell im Lehrgebäude. In Mecklenburg-Vorpommern wird Astronomie als eigenständiges Schulfach unterrichtet. An der Universität Rostock – als einer der bundesweit wenigen Hochschulen – schließt das Studium Lehramt Physik auch das Fach Astronomie mit ein, in dem grundlegende Astronomiekenntnisse vermittelt werden.

Die Lehrveranstaltungen sind in der Regel Vorlesungen (V), Übungen (Ü), Seminare (S) oder Praktikumsveranstaltungen (P). Mit dem erfolgreichen Abschluss einer Modulprüfung erwerben die Studierenden Leistungspunkte (LP), die ein quantitatives Maß für den mit dem Studium verbundenen Arbeitsaufwand sind. Ein Leistungspunkt entspricht dabei dem Arbeitsaufwand von 30 Stunden. Die Hälfte der Module wird benotet und geht in die Abschlussnote des Staatsexamens mit ein.

Um den Unterricht später fachgerecht, schülergerecht und motivierend gestalten zu können, sind neben einem fundierten Wissen im Fach Physik auch fachdidaktische Fähigkeiten zu erwerben, natürlich in Kombination mit Kompetenzen, die in den Bildungswissenschaften erworben werden. Durch Vorlesungen, Seminare und Schulpraktische Übungen (SPÜ) in der Fachdidaktik werden die zukünftigen Lehrerinnen und Lehrer auf die Arbeit in der Schule vorbereitet.

Studienplan Lehramt an Gymnasien

	3 LP	6 LP	9 LP	12 LP	15 LP
1	Experimentalphysik für LA: Mechanik, Wärme Einführungspraktikum, Fehlerrechnung 4V, 2Ü, 1P, 1V (9 LP)			Mathematische Methoden für LA 1V, 2Ü (3 LP)	
2	Experimentalphysik für LA: Elektrizität, Magnetismus, Optik 4V, 2Ü (9 LP)			Grundpraktikum I Mechanik, Wärme 3P (3 LP)	
3	Experimentalphysik für LA Relativität, Quanten 3V, 1Ü (6 LP)		Theoret. Mechanik für LA 2V, 1Ü (3 LP)	Grundpraktikum II Elektrizität; Magnet., Optik 3P (3 LP)	Grundlagen der Didaktik des Physikunterrichtes 2V ----- 2S (6 LP)
4	Experimentalphysik für LA Atome, Moleküle 3V, 1Ü (6 LP)		Theoret. Elektrodynamik für LA 2V, 2Ü (6 LP)		
5	Grundlagen der Astronomie und Astrophysik 2V, 2P (6 LP)		Theoret. Quantenphysik für LA 2V, 2Ü (6 LP)		Schulrelevante Experimente 3S (3 LP)
6	Elektronik und Elektronische Messtechnik 3V, 1Ü (6 LP)				Schulpraktische Übungen 2S (3 LP)
7	Elektronikpraktikum 4P (6 LP)		Physikalische Phänomene – Lehren & Lernen 2S (3 LP)	Astronomie und Astrophysik: Sterne Galaxien, Universum 2V (3 LP)	
8	Grundpraktikum Moderne Physik 3P (3 LP)	Wahlpflichtbereich (18 LP)			
9	Thermodynamik und Statistische Physik für LA 2V (3 LP)				Demonstrationspraktikum 2S (3 LP)
10	Staatsexamensprüfung Physik und Fachdidaktik				

Lehramt an Gymnasien: Studienplan für das Fach Physik einschließlich Astronomie (V - Vorlesung, Ü-Übung, P - Praktikum, S - Seminar, SPÜ - Schulpraktische Übung. Die Zahl gibt die Stunden pro Woche in der Vorlesungszeit an.)

Studienplan Lehramt an Regionalen Schulen

	3 LP	6 LP	9 LP	12 LP	15 LP	
1	Experimentalphysik für LA: Mechanik, Wärme Einführungspraktikum, Fehlerrechnung 4V, 2Ü, 1P, 1V (9 LP)			Mathematische Methoden für LA 1V, 2Ü (3 LP)		
2	Experimentalphysik für LA: Elektrizität, Magnetismus, Optik 4V, 2Ü (9 LP)			Grundpraktikum 1 Mechanik, Wärme, Optik 3P (3 LP)		
3	Grundlagen der Astronomie und Astrophysik 2V, 2P (6 LP)		Theoret. Mechanik für LA 2V, 1Ü (3 LP)		Grundlagen der Didaktik des Physikunterrichts 2V ---- 2S (6 LP)	
4	Grundkurs Moderne Physik 4V, 2Ü (9 LP)					
5	Grundpraktikum 2 Elektr., Magnet., Quanten, Atome 3P (3 LP)	Wahlpflichtbereich (3 LP)			Schulrelevante Experimente 3S (3 LP)	
6	Elektronik und Elektronische Messtechnik 3V, 1Ü (6 LP)				Schulpraktische Übungen 2S (3 LP)	
7	Elektronikpraktikum 4P (6 LP)		Physikalische Phänomene – Lehren & Lernen 2S (3 LP)	Astronomie und Astrophysik: Sterne Galaxien, Universum 2V (3 LP)		
8	Wahlpflichtbereich (15 LP)		Theoretische Elektrodynamik für LA 2V, 2Ü (6 LP)			
9						Demonstrationspraktikum 2S (3 LP)
10	Staatsexamensprüfung Physik und Fachdidaktik					

Lehramt an Regionalen Schulen: Studienplan für das Fach Physik einschließlich Astronomie (V - Vorlesung, Ü- Übung, P - Praktikum, S - Seminar, SPÜ - Schulpraktische Übung. Die Zahl gibt die Stunden pro Woche in der Vorlesungszeit an.)

Didaktik der Physik

In der Physik-Vorlesung lernt man, warum der Himmel blau ist. Wir hinterfragen, wie der Mensch zu dieser Erkenntnis kommt und wie man es einem Schulkind am besten erklären kann. Wie erreicht man, dass Kinder Fragen zu physikbezogenen Themen stellen und versuchen, sie selbst zu beantworten?



Fragen stellen, Hypothesen aufstellen, Versuche machen, Erklärungen finden....

Die Didaktik der Physik beschäftigt sich mit dem Lehren und Lernen von Physik, ihrer gesellschaftlichen Bedeutung und den Kompetenzen, die durch die Beschäftigung mit der Physik erworben werden können. Schwerpunkte unserer Arbeit sind die Ausbildung der Lehramtsstudierenden, das Verständnis von Lehr- und Lernprozessen und ihre Verbesserung durch die Gestaltung von kreativen Lernumgebungen, sowie die Öffentlichkeitsarbeit.

Wir beschäftigen uns, z.B., mit der Berücksichtigung von Schülervorstellungen, der Konstruktion von Unterrichtseinheiten, der Entwicklung von Experimentiermaterial und Unterrichtsmedien sowie mit speziellen Mathematisierungsmodellen im Physikunterricht. Das sich durch die Digitalisierung verändernde Umfeld wird berücksichtigt und die Verwendung digitaler Medien im Physikunterricht thematisiert.

Die Lehramtsstudierenden werden mit neueren Entwicklungen der Physikdidaktik vertraut gemacht, die sich vom herkömmlichen Frontalunterricht unterscheiden, damit sie mit einem möglichst breit gefächerten Kenntnisstand an Lehrzugängen und Methoden in das Referendariat gehen.

Besonderen Wert legen wir auf Aktivitäten für Schülerinnen und Schüler aller Klassenstufen, für Lehrer und Lehrerinnen sowie für die breitere Öffentlichkeit. Unter Beteiligung der Studierenden werden unterrichtsunterstützende und außerschulische Angebote für Lernende entwickelt und erprobt. Im Institut sind eigene Räume für das Lehr-Lern-Labor **PhySch** eingerichtet. Es bietet unterschiedlich orientierte – auf spezielle Inhalte und Lehr- und Lernprozesse ausgerichtete – Bereiche, z.B. KidsLab, AstroLab, MechanikLab, FreeLab oder PhotonLab. Für die Lehramtsstudierenden ist es eine tolle Gelegenheit, hier mit Schülerinnen und Schülern kreative Unterrichtszugänge zu gestalten und die eigene Lehrpersönlichkeit zu entwickeln.



www.physik.uni-rostock.de/physch/

PhySch ist ein gefragter außerschulischer Lernort. Die Arbeit mit Schulklassen kann in Form von Projektstunden, -tagen, oder -wochen gestaltet werden. Regelmäßig werden die Möglichkeiten von den Mitgliedern des Juniorclubs (Klassenstufen 6-8) und des Forscherclubs (Kl. 10-11) genutzt.

Priv.-Doz. Dr. Heidi Reinholz
www.didaktik.physik.uni-rostock.de

Die Bachelor- und Masterstudiengänge am Institut für Physik sind forschungsorientiert. Die Studierenden werden an selbstständiges wissenschaftliches Arbeiten herangeführt. Die Qualifikationsarbeiten werden in Rostock in den einzelnen wissenschaftlichen Arbeitsgruppen durchgeführt und intensiv betreut. Komplexität und Umfang der Aufgabenstellung sowie die Selbständigkeit bei der Bearbeitung wachsen von der Bachelor- über die Masterarbeit bis hin zu einer Dissertation sehr stark.

Während eine Bachelorarbeit im sechsten Semester einen Umfang von zwölf Leistungspunkten hat, sind im Masterstudium zwei ganze Semester der Forschungsphase gewidmet. Mit der Master-Arbeit wird eine selbstständige Behandlung einer aktuellen Fragestellung der modernen Physik – verbunden mit dem Erwerb von zusätzlichen Qualifikationen wie Projektmanagement, Teamarbeit sowie der Darstellung und Präsentation wissenschaftlicher Ergebnisse nachgewiesen.

Die Forschung am Institut für Physik konzentriert sich auf die vier Themenbereiche

- Optik und Photonik
- Atome, Moleküle, Cluster und Plasmen
- Grenzflächen und Neue Materialien
- Physik der Atmosphäre und der Ozeane und solar-terrestrische Physik.

Die Themenfindung für die Bachelor- und Masterarbeiten erfolgt auf der Grundlage von Angeboten von Wissenschaftlern des Instituts für Physik, des Leibniz-Instituts für Atmosphärenphysik in Kühlungsborn, des Leibniz-Instituts für Ostseeforschung in Warnemünde, des DLR-Instituts für Solar-Terrestrische Physik in Neustrelitz und des Leibniz-Instituts für Plasmaforschung und Technologie (INP) in Greifswald. Die konkrete Aufgabenstellung erarbeiten die Studierenden zusammen mit der Betreuerin/dem

Betreuer. Die Ergebnisse werden in einer schriftlichen Abschlussarbeit dargestellt und in einem Kolloquium präsentiert.

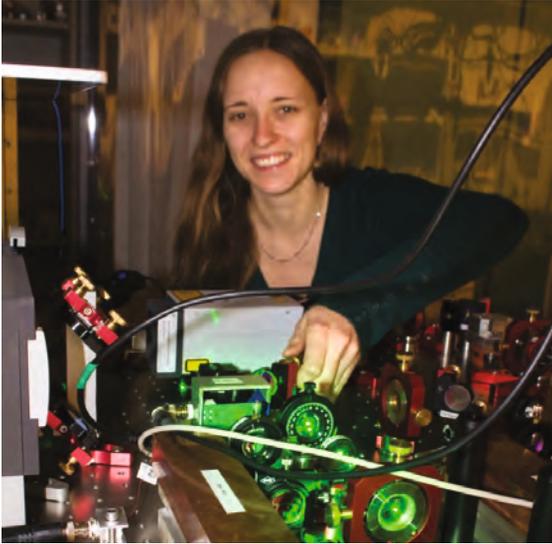
Die Professuren im Institut sind aktuellen Forschungsgebieten wie Dynamik molekularer Systeme, nanostrukturierte Materialien, experimentelle und theoretische Quantenoptik, Laserphysik, Theoretische Vielteilchenphysik gewidmet.



Moderne Anlagen zur Elektronenmikroskopie, Laserspektroskopie, Kalorimetrie, Oberflächenanalyse inklusive Tunnelmikroskopie, verschiedene Beugungsmethoden sowie ein Computernetz auf dem neuesten Stand gehören zur Ausstattung des Institutes und des Forschungsbaus Leben, Licht und Materie.

Es besteht Zugang zu Höchstleistungsrechenzentren und Großforschungseinrichtungen sowie zahlreiche Kooperationen mit Arbeitsgruppen im In- und Ausland. Die Forschungen werden über die Haushaltsmittel hinaus aus Mitteln vor allem der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) und des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) unterstützt.

Nach erfolgreichem Abschluss des Master-Studiums besteht für die Absolventen die Möglichkeit, in den verschiedenen Forschungsgruppen des Institutes mitzuarbeiten. Die erzielten Forschungsergebnisse können Grundlage für eine Promotion sein und damit auch eine wissenschaftliche Laufbahn an der Universität eröffnen.



Dr. Melanie Schünemann hat die Forschungen zu ihrer Doktorarbeit in der Arbeitsgruppe „Experimentelle Quantenoptik“ durchgeführt.

Die Promotion verbindet so die universitäre Ausbildung mit der wissenschaftlichen Forschung und ist damit der erste Schritt in die Wissenschaftslandschaft. Fast 100 Doktoranden im Institut für Physik nutzen diese Gelegenheit.

Promotionsgebiete in Rostock sind:

- Experimentalphysik,
- Angewandte Physik,
- Theoretische Physik,
- Atmosphärenphysik,
- Physikalische Ozeanographie
- Physik-Didaktik.

Durch den Besuch von vertiefenden Vorlesungen an der Universität, durch die Teilnahme an internationalen Tagungen und

durch Forschungsaufenthalte im In- und Ausland bereitet sich der wissenschaftliche Nachwuchs auf seine zukünftige Rolle im Berufsleben vor. Eine wichtige Rolle spielt dabei auch das Graduiertenkolleg (LiMatI Graduate Research Training Group).

Koordinierte Programme der Deutschen Forschungsgemeinschaft wie Sonderforschungsbereiche (SFB), Schwerpunktprogramme (SPP) und Forschergruppen (FOR) bieten für Promovierende sehr gute Arbeitsmöglichkeiten. Sie fördern Kooperation und Strukturbildung durch überregionale Zusammenarbeit auf besonders aktuellen Arbeitsgebieten sowie durch Bündelung des wissenschaftlichen Potentials.

Einige aktuell geförderte Projekte:

SFB 1477 *Light-Matter Interactions at Interfaces (LiMatI)*

SPP 1929 *Giant Interactions in Rydberg Systems*

SPP 2244 *2D Materials – Physics of van der Waals [hetero]structures (2DMP)*

FOR 2440 *Materie im Inneren von Planeten – Hochdruck-, Planeten- und Plasmaphysik.*

An der Universität Rostock wurde 2011 die *Graduiertenakademie* ins Leben gerufen, um für Promovierende und junge Wissenschaftler/-innen ein überfachliches Ausbildungsprogramm anbieten zu können. Ihre Aufgaben sind u.a. die Organisation überfachlicher Qualifizierungskurse und Trainings, die Verbesserung der individuellen wissenschaftlichen Betreuung der Promovierenden und die Ermöglichung eines intensiven wissenschaftlichen Austauschs in einem Netzwerk von Doktorandinnen und Doktoranden sowie Postdocs.

LiMatI Graduate Research Training Group (Graduiertenkolleg)
www.physik.uni-rostock.de/grk/

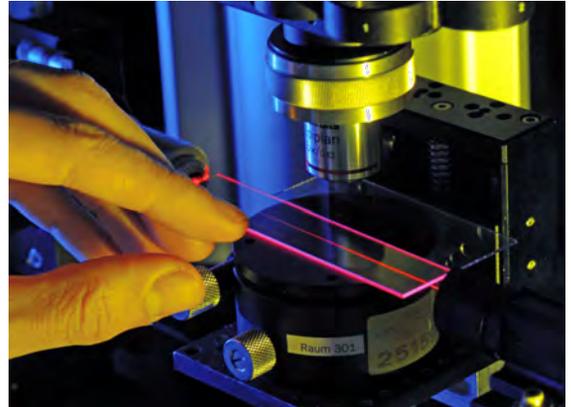
Experimentelle Festkörperoptik

Die Arbeitsgruppe „Experimentelle Festkörperoptik“ befasst sich mit dem fundamentalen theoretischen und experimentellen Verständnis wellenphysikalischer Phänomene in periodischen, funktionalisierten Medien.

Die Basis unserer Untersuchungen sind dreidimensionale Systeme gekoppelter Wellenleiter, die mittels ultrakurzer Laserpulse in optische Glaschips eingeschrieben wurden. Wir untersuchen sowohl die Ausbreitung klassischer optischer Wellenpakete als auch die Evolution verschränkter Einzelphotonen. Eines der Hauptforschungsthemen der Gruppe ist die „Topologische Photonik“. Die Ausnutzung topologischer Gesetzmäßigkeiten erlaubt es, die Lichtausbreitung auf völlig neuartige Weise zu kontrolliert und zu steuern. Die Basis dieser Untersuchungen bildet eine überraschende Analogie zwischen paraxialen optischen Systemen und der Elektronendynamik in Festkörpern; in beiden Fällen wird die Physik durch eine Schrödinger-Gleichung beschrieben. Mit Hilfe der topologischen Photonik ist es möglich, Licht streufrei über Störstellen zu führen und verlustfrei auf beliebigen dreidimensionalen Pfaden entlang zu leiten.

Ein zweites Arbeitsgebiet ist die integrierte Quantenoptik. In integrierten Wellenleiterschaltkreisen werden verschränkte Photonenzustände untersucht, wobei komplexe nicht-klassische Phänomene auftreten. Diese bilden die Grundlage für eine neuartige Form des Computers, den „optischen Quantencomputer“. Die Nutzung quantentheoretischer Algorithmen in solchen optischen Quantencomputern wird es erlauben, eine Reihe von Problemen schnell und effizient zu behandeln, die für klassische Computer unlösbar sind.

Darüber hinaus kann durch spezielle optische Wellenleitersystemen auch die Dirac-Gleichung, eine grundlegende Gleichung der relativistischen Quantenmechanik emuliert werden.



Experimentelle Charakterisierung eines komplexen Wellenleiterschaltkreises. Die Strukturen wurden vorher mittels ultrakurzer Laserpulse in den Glaschip eingeschrieben.

Somit können Konzepte aus der Hochenergiephysik, insbesondere der Quantenfeldtheorie, mittels klassischer Wellendynamik implementiert und untersucht werden.

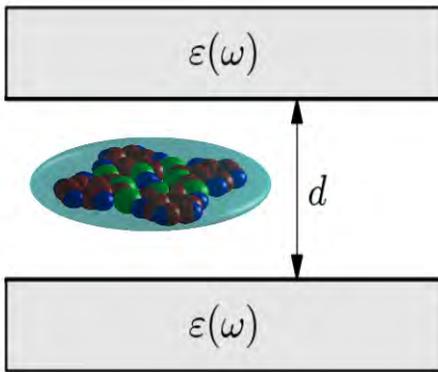
Lehre

Es werden Vorlesungen, Übungen, Seminare und Praktika zu experimentalphysikalischen Themen angeboten, insbesondere in den Gebieten Optik, Laserphysik, Quantenoptik, und Mikroskopie. Darüber hinaus wird das volle Spektrum an Examensarbeiten (Bachelor, Master, Staatsexamen, Doktorarbeiten) betreut.

Prof. Dr. Alexander Szameit
www.optics.physik.uni-rostock.de

Quantenoptik makroskopischer Systeme

Makroskopische Körper bilden den Grundbaustein eines jeden physikalischen Experiments, seien es Strahlteiler, Spiegel und Wellenleiter in der Optik oder stromdurchflossene Drähte und magnetfelderzeugende Spulen zum Fangen ultrakalter Atome.



Quantenfluktuationen des elektromagnetischen Feldes führen zu Dispensionskräften zwischen Festkörpern und Molekülen.

In der Arbeitsgruppe Quantenoptik makroskopischer Systeme interessiert uns der Einfluss solcher Körper auf die quantenmechanischen Eigenschaften von Licht beim Durchgang durch optische Bauelemente, die zur Übertragung von Quanteninformation verwendet werden können. Insbesondere werden quantenmechanische Analoga in Wellenleiterarrays für die Simulation nicht-abelscher Eichfelder sowie PT-symmetrischer Systeme untersucht. Zur Rekonstruktion von Quantenzuständen aus experimentellen Messdaten kommen dabei moderne Methoden des maschinellen Lernens zum Einsatz.

Die Quantennatur des Strahlungsfeldes bewirkt, dass Kraftwirkungen zwischen Atomen, Molekülen und Festkörpern auftreten, deren Ursprung auf die quantenmechanischen Fluktuationen des elektromagnetischen Feldes zurückgehen. Solche

Kräfte wirken nur auf sehr kurzen Längenskalen (typisch sind nm für van der Waals-Kräfte und μm für Casimir-Polder-Kräfte) und sind daher für die Bindung von Atomen und Molekülen untereinander sowie mit Nanostrukturen und makroskopischen Körpern wichtig.

Unsere Arbeitsgruppe untersucht den Einfluss geometrischer und elektromagnetischer Eigenschaften von makroskopischen Systemen auf diese Kräfte, was zum einen zum fundamentalen Verständnis beiträgt, andererseits aber weitreichende Möglichkeiten zur Manipulation von Atomen und Molekülen an Festkörperoberflächen eröffnet.

In diesem Zusammenhang haben sich hochangeregte Elektron-Loch-Zustände, sogenannte Rydbergexzitonen, in Halbleitern als ein ideales System zum Studium von van der Waals-Wechselwirkungen erwiesen. An diesen fragilen Quantenobjekten werden neben der van der Waals-Rydbergblockade fundamentale Licht-Materie-Wechselwirkungen studiert, die für die Quantenoptik und Quanteninformationsverarbeitung interessant sind.

Lehre

Es werden Kursvorlesungen in Theoretischer Physik und Spezialvorlesungen zu themenverwandten Gebieten angeboten, sowie Bachelor-, Master- und Doktorarbeiten betreut.

Prof. Dr. Stefan Scheel
www.qms.physik.uni-rostock.de

Experimentelle Quantenoptik

Die Quantenphysik ist ein modernes und aufregendes Gebiet in der Physik. Denn sie enthält Phänomene, die jeder intuitiven Vorstellung über die Natur widersprechen. Ein Beispiel hierfür ist ein Gedankenexperiment, das die Physiker *Schrödingers Katze* nennen. Eine Katze wird hier in einen Zustand gedacht, in dem sie weder tot noch lebendig in einer Kiste sitzt. Erst dadurch, dass jemand nachschaut, wie es der Katze geht, stellt sich endgültig der eine oder der andere Zustand ein.

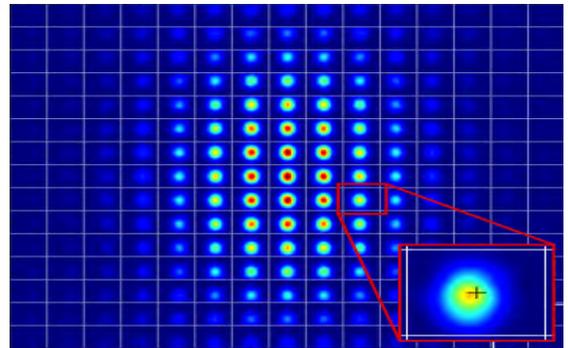
Ein anderes Beispiel ist die Verschränkung, welche eine unvorstellbar starke Korrelation von zwei oder mehr Systemen bezeichnet. Dies bildet die Grundlage für die Teleportation.

Weiterhin ist laut der Quantenphysik jeder noch so leere Raum mit unendlich viel Energie gefüllt. Diese *Grundzustandsenergie* kann man zwar nicht direkt messen oder gar benutzen, sie stellt sich aber unter gewissen Umständen als sogenannte Vakuumfluktuation dar.

Trotz oder gerade wegen dieser unglaublichen Eigenschaften, stellt sich heraus, dass sämtliche bisherigen Experimente nach den Regeln der Quantenphysik ablaufen und die Messergebnisse mit überwältigender Präzision vorhergesagt werden können.

Selbstverständlich machen wir in unseren Laboren keine Tierversuche. Stattdessen nehmen wir lieber Laserstrahlen. Heutzutage sind Laserlichtquellen von einer so guten Qualität, dass sie sich hervorragend eignen, um damit viele Aspekte der Quantenphysik zu untersuchen. Dies kann man von zwei Seiten betrachten. Zum einen geht es um die Herstellung von Quantenzuständen, zum anderen um den Nachweis ihrer Eigenschaften. Für die Herstellung benutzen wir vor allem das Prinzip der optisch-parametrischen

Verstärkung in speziellen nichtlinearen Kristallen, durch die wir unsere Laserstrahlen schicken. Dabei entsteht Verschränkung. Der Nachweis erfolgt mittels einer besonderen Anordnung von lichtempfindlichen Dioden, der sogenannten Homodyndetektion.



Eine häufig benutzte Möglichkeit einen Quantenzustand darzustellen. Die einzelnen Kacheln sind Schnitte durch die vierdimensionale Wignerfunktion eines verschränkten Zustands.

Insgesamt untersuchen wir fundamentale Fragen in der Quantenoptik. Können wir einen Messapparat bauen, der genau unterscheiden kann, ob es sich bei einem unbekanntem Lichtstrahl um einen aus der klassischen oder der Quantenphysik handelt? Können wir alle oder wenigstens einige Zweifel an der Quantenphysik durch weitere Experimente ausräumen? Können wir einen optischen Quantencomputer bauen?

Lehre

Wir bieten Spezialvorlesungen und Seminare über die Quantenoptik an. Unser Praktikums- und Demonstrationsexperiment zu Quantenfluktuationen des elektromagnetischen Feldes (Licht) wird im Master-Forschungspraktikum sowie in Vorlesungen zur Quantenoptik und Photonik eingesetzt.

Prof. Dr. Boris Hage

www.exqo.physik.uni-rostock.de

Quantentechnologie

Gleich mehrere Megatrends unserer Zeit versprechen, die Nachweisgrenze für kleine Signale deutlich zu verschieben. Die Bausteine des Quantencomputers - einzelne Atome, einzelne Moleküle, einzelne Spins - lassen sich auch als Sensoren verwenden. Sie sind die kleinsten Messgeräte, die je gebaut wurden und haben bereits einige Durchbrüche ermöglicht, wie z. B. die Messung des Magnetfelds eines einzelnen Biomoleküls.



Mit Cavity-QED-Verfahren können NV-Zentren direkt elektrisch ausgelesen werden, d.h., das Spin-Signal wird direkt in eine Spannung verwandelt. Ensembles von NV-Zentren lassen sich an Mikrowellenresonatoren hoher Güte koppeln (graue Scheibe im Bild), die sich wiederum an Mikrowellenschaltkreise anschließen lassen.

Gleichzeitig erlauben es neue Signalverarbeitung und künstliche Intelligenz zunehmend, auch aus schwachen und verrauschten Signalen wie einzelnen Photonen Information zu gewinnen. Diese Entwicklung voranzutreiben ist die Mission unserer Gruppe. Ein besonderes Augenmerk legen wir darauf, neue Methoden für die Lebenswissenschaften zu entdecken.

Insbesondere arbeiten wir mit NV-Zentren (engl.: nitrogen-vacancy center), das sind bestimmte Verunreinigungen des reinen Kohlenstoffgitters des Diamanten. Sie können als Quantenbits benutzt werden, mit denen sich Magnetfelder messen lassen. Mit diesen

neuen Sensoren vermessen wir die Magnetfelder sehr kleiner Objekte, bis hinunter zu einzelnen Molekülen. In einem Rastermikroskop können wir Magnetfelder mit einer Ortsauflösung von wenigen Nanometern abbilden.

Eine interessante Anwendung sind neue Bildgebungsverfahren für die Neurowissenschaften. Aktuell lässt sich die elektrische Aktivität von Nervenzellen im Mikroskop abbilden, indem man die Zellen mit einem Kalzium- oder spannungsempfindlichen Farbstoff färbt. Diese Farbstoffe bleichen allerdings während der Messung aus und verändern die Eigenschaften der Zellen. Wir suchen daher nach photostabileren Farbstoffen, zum Beispiel auf der Basis von NV-Zentren in Diamant, und versuchen, labelfreie Verfahren zu entwickeln, die gar keine Farbstoffe mehr benötigen. Dieses ambitionierte Ziel ist in Reichweite, da empfindliche Laserinterferometrie und moderne Signalverarbeitung es gestatten, kleine intrinsische Signale abzubilden, die ein Aktionspotential begleiten, zum Beispiel Vibrationen der Zellmembran.

Lehre

Es werden Vorlesungen, Übungen, Seminare und Praktika zu experimentalphysikalischen Themen angeboten. Darüber hinaus wird das volle Spektrum an Examensarbeiten (Bachelor, Master, Staatsexamen, Doktorarbeiten) betreut.

Prof. Dr. Friedemann Reinhard
www.qt.physik.uni-rostock.de

Extreme Photonik

What do we do?

Have you ever thought, how fast electrons move inside atoms, molecules, and solids? It is in the time scale of attoseconds. 1 attosecond equals 10^{-18} s. It takes an electron approximately 140 attoseconds to orbit around a classical atom. This is really fast.

But can we see such motions in real time, can we record videos of electrons moving inside solids?

Since several years our group – until 2018 at the *Max Planck Institute of Quantum Optics in Munich* – is focusing on efforts to achieve such a goal. The key tool for such research are lasers. But not any lasers – these lasers must be really fast: we must be able to take a „photo“ of a moving electron without blurring. Our group has recently developed the fastest laser in the world to perform such photography.

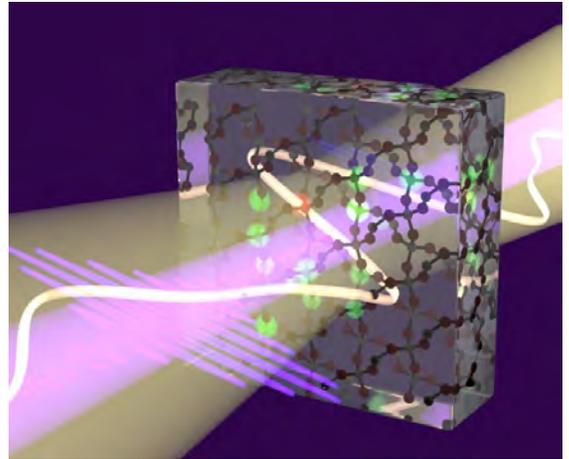
Why it is important to see electrons?

The way electrons are distributed and move between atoms determines nearly all essential properties of materials. It allows us to understand the chemistry of materials, their electronic properties, and their optical properties. Most importantly, this knowledge paves the way to dominate the microcosm.

As a next step, we can engineer the properties of materials. Moreover, we could make new types of electronics. In fact, a key vision in our group is to explore how lasers can directly drive electrons in solids. We have the vision of a new generation of electronics operating with light and increasing information processing by million times.

To reach this goal, we build light synthesizers. They are just like a music synthesizer. However, they do not shape musical notes but waves and colors of light. The synthesized light fields, in turn, are used to control the motion of electrons at will.

Currently we offer master thesis projects in the area of light field synthesis: the goal is to produce and measure some of the shortest pulses of light ever made. The pulses are used to probe the motion of electrons.



Attosecond flashes of light and x-rays take snapshots of fleeting electrons in solids.

Bachelor students can work in their theses on the development of tools that can be used to photograph the structure of electrons inside complex materials. They acquire experience in the area of laser technology and spectroscopy. Besides that, we offer internships providing the opportunity to learn new stuff regarding lasers, vacuum technology, measurement techniques in experimental physics.

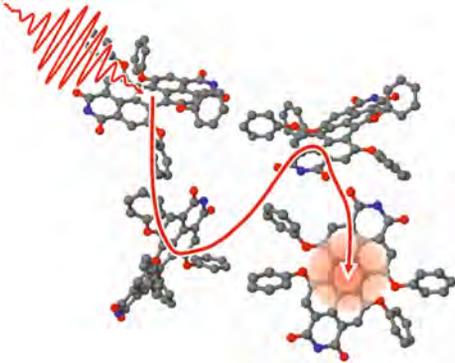
Lehre

Angeboten werden Vorlesungen und Seminare zur Experimentalphysik, auch in der Nebenfachausbildung. Es werden Bachelor-, Master- und Doktorarbeiten betreut.

Prof. Dr. Eleftherios Goulielmakis
www.xplab.physik.uni-rostock.de

Dynamik molekularer Systeme

Moleküle sind die fundamentalen Bausteine unserer Materie, die für das Verhalten und die Eigenschaften von Stoffen, Materialien und biologischer Mikrosysteme verantwortlich sind. Sie stellen die unterste und kompakteste Ebene dar, auf der sich Funktionen verwirklichen lassen.



Ein ultrakurzer Laserpuls erzeugt eine elektronische Anregung, die von Molekül zu Molekül wandert.

Unsere Forschung zielt daher auf das Verständnis und die Gestaltung molekularer Vorgänge. Dabei werden zwei Linien verfolgt. Zum einen betrachten wir Vorgänge, die innerhalb eines Moleküls ablaufen, und zum anderen das Zusammenspiel vieler Moleküle in Materialien und Nanostrukturen. Als experimentelle Technik wird vor allem die Anrege-Abfrage-Spektroskopie mittels Ultrakurzpulslasern eingesetzt. Dabei erreichen wir eine Zeitauflösung von bis zu 30 Femtosekunden und können damit die Vorgänge auf der molekularen Ebene in Echtzeit verfolgen. Zum ersten Themenbereich gehören Lichtinduzierte Elektronentransferprozesse innerhalb eines Moleküls oder zwischen Molekülen. Anhand der Veränderung von Absorptionsspektren lässt sich ablesen, wann sich das Elektron auf welchem Teil des Moleküls befindet. Dies ist zum Beispiel interessant, um das Verhalten von Farbstoffmolekülen zu

verstehen, die in der Photokatalyse oder bei organischen Solarzellen eingesetzt werden, um das Sonnenlicht zu nutzen. Unsere Messungen zeigen u.a., dass nach Absorption des Lichts die Elektronen sehr schnell in einen sogenannten Triplettzustand wechseln, der dann selbst sehr langlebig ist und einen effizienten Elektronentransfer zu anderen molekularen Komponenten ermöglicht.

Transportprozesse in organischen Materialien und Nanostrukturen, die in unserem zweiten Themenfeld betrachtet werden, bestimmen deren Anwendungspotential für optische Technologien. Für eng beieinander liegende Farbstoffmoleküle, die in einer Matrix eingebettet sind, konnten wir einen sehr schnellen Energietransfer beobachten. Dabei wird die durch Absorption von Licht eingebrachte Energie auf der Pikosekundenzeitskala zwischen den Farbstoffmolekülen weiter gereicht (siehe Abbildung). Unser Ziel ist es, einen verlustarmen Energietransport über weite Distanzen zu erreichen, was ein wichtiger Aspekt für die organische Photovoltaik ist. In diesem Zusammenhang untersuchen wir auch Aggregate, die aus regelmäßig angeordneten Molekülen bestehen und aufgrund der Ordnung eine hohe Mobilität für elektronische Anregungen zeigen.

Lehre

Grundvorlesungen zur Experimentalphysik, insbesondere zur Quantenmechanik und Atomphysik, und Spezialvorlesungen zur Molekülphysik, Spektroskopie und Nichtlinearen Optik. Für Praktika und Qualifizierungsarbeiten werden Themen mit Bezug zu aktuellen Forschungsprojekten, wie z. B. zur Spektroskopie von Farbstoffen angeboten.

Prof. Dr. Stefan Lochbrunner

www.dynamics.physik.uni-rostock.de

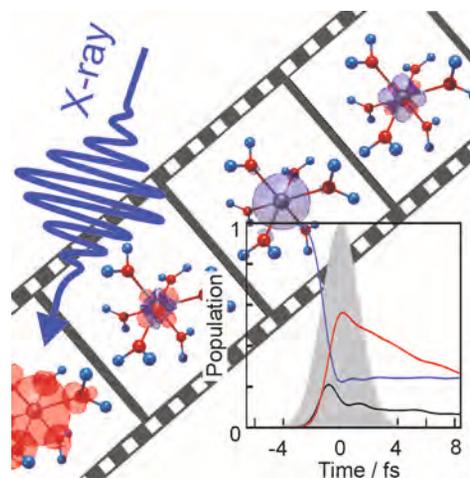
Molekulare Quantendynamik

Makroskopische Eigenschaften von Systemen wie Photokatalysatoren, organische Solarzellen oder photosynthesebasierte Organismen werden in der Regel durch eine Abfolge von elementaren Prozessen auf molekularer Ebene bestimmt. Die dabei relevanten Zeitskalen reichen von Attosekunden (10^{-18} s) für die Elektronen bis hin zu Pikosekunden (10^{-12} s) für die Atomkerne und können mit Hilfe der Laserspektroskopie beobachtet werden. Der Fokus unserer Arbeitsgruppe liegt auf der Entwicklung von Methoden und Modellen und ihrer computergestützten Anwendung für die theoretische Untersuchung solcher Systeme.

Die Fragestellungen lassen sich entweder an Hand des Wellenlängenbereichs des eingesetzten Lichtes oder der Art der Anregung wie folgt einteilen:

- (1) Elektronendynamik nach Anregung kernnaher Elektronen mit Röntgenlicht. Hierbei ergeben sich detaillierte Einblicke in die fundamentalen Eigenschaften chemischer Bindungen und Wechselwirkungen von Molekülen mit ihrer Umgebung, z.B. im Kontext der Entwicklung von Katalysatoren.
- (2) Dynamik elektronischer Valenzanregungen nach Lichtabsorption im sichtbaren Bereich. Eine herausragende Rolle spielen dabei Exzitonen, die Elementaranregungen in Photosynthesekomplexen oder artifiziellen molekularen Aggregaten, die z.B. im Rahmen neuartiger Konzepte für organische Solarzellen diskutiert werden. Ein weiteres Beispiel sind die Elementarschritte in photokatalytischen Systemen, die z.B. zur Spaltung von Wasser für die H_2 -Erzeugung eingesetzt werden.
- (3) Untersuchung der Kerndynamik von Molekülen in Gas- oder flüssiger Phase mit Hilfe von Infrarotlicht. Ein prominentes Beispiel sind sogenannte ionische Flüssig-

keiten, deren ungewöhnliche makroskopische Eigenschaften durch die Balance verschiedener Wechselwirkungen auf molekularer Ebene bestimmt sind.



Simulation der Femtosekundendynamik der Elektronendichte in einem solvatisierten Eisenion nach Anregung mit einem ultrakurzen Röntgenlichtblitz.

- (4) Einen besonderen Schwerpunkt bildet die Umweltphysik, wobei hier auf verschiedene Simulations- und Analysemethoden zurückgegriffen wird. Eine aktuelle Problematik betrifft beispielsweise die Wechselwirkung von Phosphorverbindungen, wie dem Herbizid Glyphosat, mit Mineralpartikeln im Boden.

Lehre

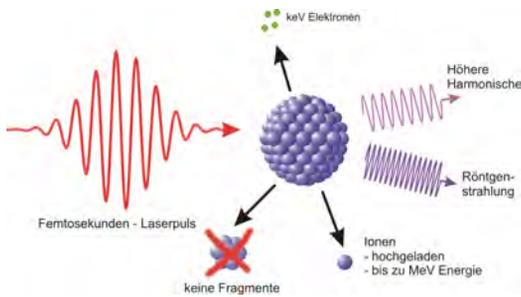
Es werden Kursvorlesungen zur Theoretischen Physik und Vorlesungen im Masterstudium zur Molekülphysik sowie zur Nichtlinearen Optik und Spektroskopie angeboten.

Prof. Dr. Oliver Kühn

www.physik.uni-rostock.de/quantendynamik/

Cluster und Nanostrukturen

Wie klein kann ein elektrischer Schalter werden? Bei welcher Größe hört ein Eisenpartikel auf, magnetisch zu sein? Kann man aus mehreren Atomen ein neues „Riesenatom“ zusammensetzen? Was richtet intensives Laserlicht mit einem Riesenatom an?



Laserlicht mit Pulsleistungen von 300 Gigawatt lässt Cluster explodieren. Dabei senden sie Teilchen und Strahlung aus.

Diese Fragen stellen sich die Clusterphysiker. Kleine Teilchen oder *Cluster* aus Metallatomen sind interessante Objekte für grundlegende Untersuchungen, sie können aber auch Bausteine einer zukunftsweisenden Technologie sein. Die geringe Teilchengröße bewirkt dabei eine Vielzahl interessanter Phänomene; sie sind von den Gesetzen der Quantenmechanik bestimmt.

Mit verschiedenen experimentellen Methoden und Simulationsrechnungen analysieren wir die Cluster und Nanostrukturen: angefangen von der Laserspektroskopie, auch mit ultrakurzen Lichtpulsen, über oberflächenempfindliche Verfahren bis hin zu Untersuchungen an Synchrotronstrahlungsquellen in Berlin und Grenoble. Wir betten Metallcluster in ultrakalte Heliumtröpfchen ein, um sie auf eine Temperatur von 0.37 Kelvin abzukühlen. Also winzige Kühlschränke mit einigen Nanometern Durchmesser.

Eine aktuelle Untersuchung befasst sich mit der Bestrahlung von Clustern mit ultra-starkem Laserlicht bei Pulsleistungen von bis zu 300 Gigawatt. Wie in der Abbildung illustriert, trifft ein kurzer Lichtpuls auf einen Cluster im Vakuum und erzeugt so ein Plasma mit einem Durchmesser von nur etwa einem Nanometer. Die enorme Energie kann allerdings nur kurzzeitig gespeichert werden und sie entlädt sich in einer Explosion, in der Elektronen und Ionen sowie hochenergetisches Licht bis in den Röntgenbereich emittiert werden. Dieses Ergebnis ist für die Entwicklung von Röntgenlasern interessant.

Cluster, auf eine Unterlage gelegt, ergeben unter Umständen Materialien mit bislang nicht beobachteten elektrischen, optischen und chemischen Eigenschaften. Die Quantisierung der elektrischen Leitfähigkeit könnte für winzige Schaltelemente genutzt werden; magnetische Cluster würden die Schreiddichte von Aufzeichnungsmedien um ein Vielfaches erhöhen.

Lehre

Die Lehraufgaben der Arbeitsgruppe umfassen weite Bereiche der Experimentalphysik, mit den Schwerpunkten Moderne Physik für das Lehramt und Experimentalphysik für Mediziner. Wir stellen Themen für Bachelor-, Master- und Staatsexamensarbeiten sowie Promotionen.

Priv.-Doz. Dr. Josef Tiggesbäumker

www.cluster-nano.physik.uni-rostock.de

Theoretische Clusterphysik und Nanophotonik

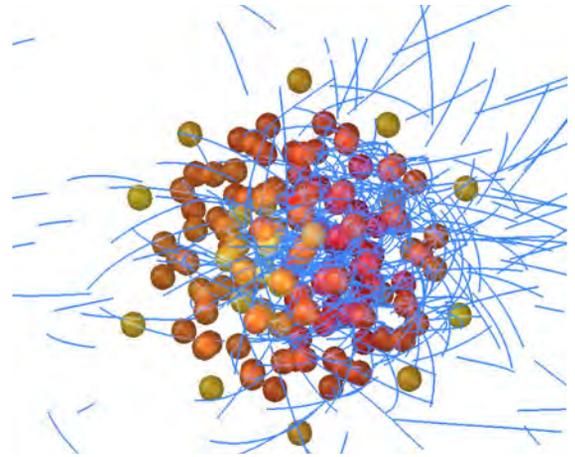
Atome sind die Grundbausteine unserer Welt – die Eigenschaften von Materie entstehen aber oft erst aus der Wechselwirkung dieser „Bausteine“. Wie funktioniert diese Wechselwirkung und inwieweit bestimmt sie die Struktur und Dynamik von Materie?

Als Nanoobjekte aus wenigen bis hin zu einigen Millionen Atomen eröffnen Cluster als Bindeglied zwischen der mikroskopischen und der makroskopischen Welt hier tiefe Einblicke. Während eine erhöhte Stabilität magischer Teilchengrößen von elektronischen oder geometrischen Schaleneffekten zeugt, belegen ausgeprägte optische Resonanzen die Entstehung kollektiver elektronischer Anregungen. Im Fokus unserer Forschung steht die mikroskopische Dynamik intensiver Licht-Materie-Wechselwirkungen – hierfür stellen Cluster ein ideales „Nanolabor“ bereit. Durch starke Laserfelder können Elektronen angeregt und aus den einzelnen Atomen oder dem Cluster herausgelöst werden; in diesem „hochexplosiven“ Nanoplasma entstehen starke, lokalisierte Felder – sogenannte Nahfelder – die zur Beschleunigung von Elektronen und Ionen führen.

Die Aufklärung der dabei ablaufenden Ionisations- und Heizungsprozesse ist für Anwendungen wie die gezielte Materialbearbeitung oder Teilchenbeschleunigung mit Laserlicht wichtig. Die ultraschnelle Anregungs- und Zerfalldynamik der Cluster lässt sich durch die spektrale und zeitliche Struktur der Lichtpulse sensibel steuern – bei Variation der Wellenform des elektrischen Feldes sogar mit einer zeitlichen Auflösung im Attosekundenbereich ($1 \text{ as} = 10^{-18} \text{ s}$).

Die Dynamik von Nanoplasmen ist auch für die Interpretation der Einzelschuss-Röntgenbeugung mit Freie-Elektronen-Lasern wichtig, die das Filmen ultraschneller Prozesse in Nanosystemen wie Biomolekülen mit einer

Belichtungszeit von wenigen Femtosekunden ($1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$) ermöglichen könnte. Dieser Traum lässt sich aber nur verwirklichen, wenn die Streubilder nicht die durch den intensiven Röntgenlichtpuls selbst verursachte Ionisation und Explosion abbilden.



Simulation der Elektronenbeschleunigung (blaue Trajektorien) in einem Cluster aufgrund resonanter plasmonischer Feldverstärkung eines eingestrahnten Laserfeldes.

Um die ultraschnelle, lasergetriebene Elektronen- und Ionendynamik sowie deren Rückwirkung auf das Strahlungsfeld zu verstehen, entwickeln und verwenden wir theoretische Vielteilchen-Simulationen für Supercomputer, die diese Prozesse quasi in Echtzeit beschreiben und so detaillierte Einblicke in die mikroskopischen Vorgänge eröffnen.

Lehre

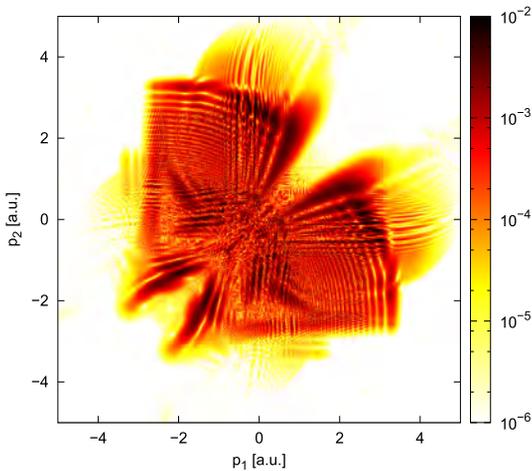
Es werden Vorlesungen zur Clusterphysik, Vielteilchentheorie, Numerik sowie Kursvorlesungen in Theoretischer Physik angeboten. Wir betreuen Bachelor-, Master-, und Doktorarbeiten.

Prof. Dr. Thomas Fennel

www.physik.uni-rostock.de/clustertheorie/

Quantentheorie und Vielteilchensysteme

Der Fokus unserer Forschungsaktivitäten liegt auf der Quanten- und Vielteilchendynamik stark getriebener Systeme. Ein Paradebeispiel hierfür ist Materie in intensiven Laserfeldern.



Quantensimulation eines korrelierten Photoelektronenspektrums für nichtsequentielle Ionisation von Helium in starken, kurzen Laserpulsen.

Die zu untersuchenden Systeme reichen von einzelnen Atomen im starken äußeren Feld – wo die Quantendynamik des Leuchtelektrons im Detail untersucht und numerisch *ab initio* berechnet werden kann – über Moleküle und Cluster bis hin zu Festkörperoberflächen und Plasmen.

Auf Systeme in starken äußeren Feldern ist eine konventionelle Störungstheorie nicht anwendbar. Es müssen neue Methoden entwickelt werden, um sie jenseits des linearen Antwortregimes und des Gleichgewichts beschreiben zu können. Hier gliedern sich unsere Aktivitäten in drei Bereiche:

(i) Numerische *ab initio*-Simulationen, in denen entweder die zeitabhängige Schrödinger-Gleichung oder im Vielteilchenfall die zeitabhängigen Kohn-Sham-Gleichungen gelöst werden,

(ii) klassische Plasmasimulationen mittels Particle-in-cell- oder Molekulardynamik-rechnungen und

(iii) von uns entwickelte semi-klassische Quantentrajektorienmethoden.

Darüber hinaus beschäftigen wir uns mit den Grundlagen und der Weiterentwicklung von zeitabhängiger Dichtefunktionaltheorie.

Intensive Laser-Materie-Wechselwirkung bietet neben den interessanten methodischen Aspekten – „Wie rechnet man das?“ – ein hohes Anwendungspotential – „Wozu?“.

- Beispielsweise kann man durch sogenannte hohe Harmonische, d.h., Strahlung mit einem Vielfachen der ursprünglichen Laserfrequenz, kohärente weiche Röntgenstrahlung hoher Intensität erzeugen.
- Man kann atomare und molekulare Potentiale „holographisch“ in Photoelektronenspektren abbilden oder molekulare Dynamik zeitaufgelöst untersuchen.
- In Laserplasmen lassen sich Elektronen über kurze Strecken (Millimeter) auf 99.999% der Lichtgeschwindigkeit und Protonen auf hunderte MeV Energie beschleunigen.

All diese Effekte und Anwendungen werden in unserer Arbeitsgruppe simuliert und, wenn möglich, analytisch modelliert. Es bestehen zahlreiche Kontakte zu Forschergruppen im In- und Ausland.

Lehre

Vorlesungen zur Theoretischen Physik für Bachelor- und Masterstudenten, Bachelor-, Master- und Doktorarbeiten.

Prof. Dr. Dieter Bauer
www.qmtps.physik.uni-rostock.de

Statistische Physik

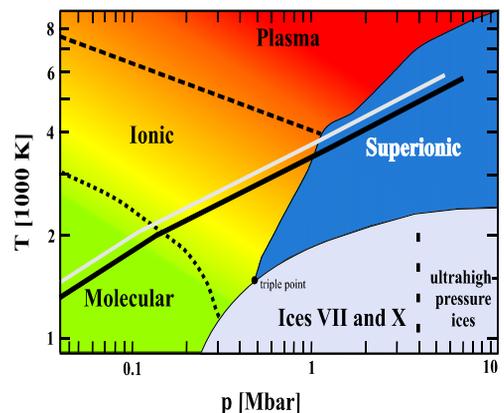
In der Arbeitsgruppe werden Methoden der Statistischen Physik entwickelt und auf Vielteilchensysteme angewendet. Schwerpunkt der Forschung ist die Untersuchung von Materie unter extremen Bedingungen von Druck und Temperatur sowie der Licht-Materie-Wechselwirkung im Rahmen der Plasmaphysik und der Astrophysik.

Von besonderem Interesse für astrophysikalische Anwendungen und für Vergleiche mit Hochdruck-Experimenten sind die Zustandsgleichungen – der Zusammenhang zwischen Druck, Temperatur und Dichte – und die Leitfähigkeiten der häufigsten Elemente im Universum, Wasserstoff und Helium (H, He), und von Verbindungen wie Wasser, Ammoniak und Magnesiumoxid (H_2O , NH_3 , MgO).

Für die Modellierung von Großen Planeten wie Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun, zum Beispiel, werden die entsprechenden Daten für Wasserstoff, Helium und Wasser in einem weiten Bereich von Druck und Temperatur (etwa 1 bar-100 Mbar und 100-100000 K) benötigt. In Abhängigkeit von diesen Parametern liegen die Stoffe in sehr verschiedenen Zuständen vor, siehe Abbildung.

Für die Berechnung der thermodynamischen und der Transporteigenschaften von Materie unter solch extremen Bedingungen werden quantenstatistische Verfahren weiterentwickelt und umfangreiche Computersimulationen auf Hochleistungsrechnern durchgeführt. Von fundamentaler Bedeutung ist das Studium des Übergangs vom Nichtmetall zum Metall, der bei hohen Drücken in diesem Bereich auftreten kann und mit drastischen Änderungen in den elektronischen und strukturellen Eigenschaften verbunden ist.

Die Wechselwirkung von Plasmen mit ultrakurzen Lichtpulsen hoher Intensität ist ein weiteres Thema unserer Arbeit. Dazu werden zum Beispiel Strahlungshydrodynamiksimulationen durchgeführt. Diese theoretischen Arbeiten fließen in die Entwicklung neuer Methoden der Plasmadiagnostik (Thomson-Streuung) ein, die mit Freie-Elektronen-Lasern (DESY und XFEL Hamburg, LCLS Stanford) experimentell erprobt werden.



Phasendiagramm von Wasser mit den festen Eisphasen VII und X, der Flüssigkeit (molekular, ionisch, Plasma) sowie einer superionischen Phase (Sauerstoffgitter mit frei beweglichen Protonen). Die schwarze und graue Linie kennzeichnen die Bedingungen in Neptun und Uranus.

Die in der Arbeitsgruppe angefertigten Bachelor-, Master- und Promotionsarbeiten sind eng mit diesen Forschungsthemen verknüpft und werden durch Projekte der DFG und des BMBF unterstützt.

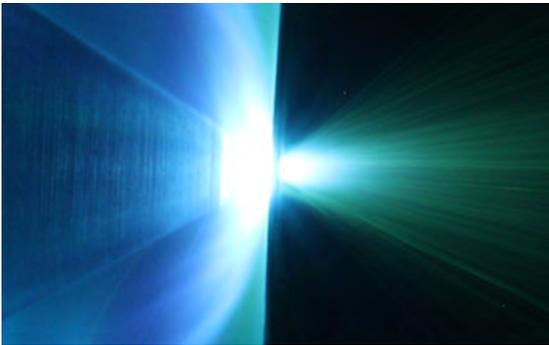
Lehre

Es werden Vorlesungen zur Theoretischen Physik (Thermodynamik, Statistische Physik, Quantentheorie, Plasmaphysik, Lehramtsstudiengänge) angeboten.

Prof. Dr. Ronald Redmer
www.statistische.physik.uni-rostock.de

Hochenergiedichtephysik

Wir erzeugen im Labor für Sekundenbruchteile extreme Bedingungen, wie sie z.B. im Zentrum der Erde oder im Inneren von Sternen herrschen. Dafür verwenden wir die energetischsten gepulsten Lasersysteme und die brilliantesten Röntgenquellen, die momentan auf unserem Planeten verfügbar sind.



Die Abbildung zeigt eine Langzeitbelichtung der Wechselwirkung eines Hochenergielasers mit Festkörpermateriale. Durch solche Experimente erzeugen wir Zustände wie im Inneren von Planeten und Sternen und lernen so viel über die spannende Physik unter diesen extremen Bedingungen.

Hochenergiedichte-Materie – das ist Materie bei Energiedichten über 10^{11} J/m^3 – ist voller Überraschungen: herkömmliche theoretische Vorstellungen versagen. Durch unsere experimentellen Ergebnisse können wir moderne Quantenvielteilchentheorien testen und sehr oft auch herausfordern. Angestrebte Anwendungen der Hochenergiedichtephysik beinhalten u.a. die folgenden Fragestellungen:

Aufbau des Innern großer Planeten

Die Entstehung und die innere Struktur von Planeten wird von chemischen Reaktionen und Phasenübergängen bei extremen Bedingungen von Druck (bis zu mehreren Millionen bar) und Temperatur (viele tausend Grad Kelvin) bestimmt. Unter Verwendung von Hochleistungslasern in Kombination mit Röntgen-Freie-Elektronen-Lasern (XFEL) können wir solche Zustände im Labor nachstellen und erhalten Videos der mikrosko-

pischen Struktur unter diesen extremen Bedingungen. Mit den Ergebnissen können Modelle solarer und extrasolarer Planeten verbessert werden.

Warme und heiße dichte Materie

Im tiefen Inneren von Riesenplaneten und Sternen wird die elektronische Struktur von Atomen maßgeblich vom umgebenden Medium beeinflusst. Dieser Effekt hat erheblichen Einfluss auf entsprechende Energietransportprozesse und damit auf unser generelles Verständnis solcher Himmelskörper. Wir benutzen die energiereichsten Laser, die heutzutage verfügbar sind, um sogenannte warme dichte Materie (WDM) und heiße dichte Materie (HDM) im Labor zu erzeugen und moderne Quantenvielteilchentheorien zu testen.

Materialsynthese

Diamant ist das bekannteste Beispiel eines – sehr begehrten – Materials, das bei extremen Bedingungen gebildet wurde und unter Normalbedingungen stabil bleibt. Wir suchen nach neuen Materialien bei Druck- und Temperaturkombinationen, die nie natürlich auf der Erde vorhanden waren und erforschen die Stabilität auf dem Rückweg zu Normalbedingungen. Zu diesem Ziel bauen wir in Rostock ein Syntheselabor auf, das lasergetriebene Stoßwellen zur Erzeugung der extremen Bedingungen nutzt.

Lehre

Vorlesungen zur Experimentalphysik. Betreuung von Bachelor-, Master- und Doktorarbeiten sowie Staatsexamen.

Prof. Dr. Dominik Kraus
www.hed.physik.uni-rostock.de

Zweidimensionale Kristalle und Heterostrukturen

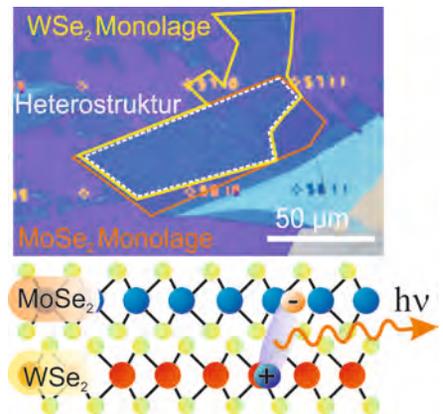
Wir erforschen die Eigenschaften von Materialien, die als einzelne Atomlagen isoliert werden können. Das bekannteste Beispiel ist Graphen, eine einzelne Atomlage von Graphit, dessen Herstellung 2010 mit dem Physik-Nobelpreis ausgezeichnet wurde. Es gibt viele weitere Kristalle, die eine geschichtete Struktur aufweisen und einfach als atomar dünne Schichten präpariert werden können. Dies ist in mehrfacher Hinsicht erstaunlich: als Werkzeug zur Herstellung ist handelsübliches Klebeband ausreichend, und die atomar dünnen Schichten sind in einem Lichtmikroskop deutlich sichtbar.

Durch die reduzierte Dimensionalität können sich die elektronischen Eigenschaften dieser Schichten, wie beispielsweise Größe und Art der Bandlücke, drastisch ändern. Diese zweidimensionalen Kristalle bilden die Grundbausteine für eine faszinierende neue Klasse von Festkörpern: Atomlage für Atomlage können Heterostrukturen aus verschiedenen Materialien aufgebaut werden. Dabei gibt es, anders als beispielsweise beim Wachstum von Heterostrukturen mittels Molekularstrahl-Epitaxie, keine Einschränkungen hinsichtlich der Materialklassen und Kristallsymmetrien.

In diesen sogenannten Van-der-Waals-Heterostrukturen können Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Schichten kontrolliert eingestellt und genutzt werden. Einerseits bilden diese Heterostrukturen ideale Modell-Systeme für die Grundlagenforschung. Andererseits stellen sie das ultimative Limit für die Miniaturisierung von opto-elektronischen Bauelementen dar.

Wir entwickeln Techniken zur Herstellung zweidimensionaler Kristalle und Heterostrukturen über deterministische Transfer-Prozesse. Aktuell konzentrieren wir uns vor allem auf die halbleitenden Übergangsmetall-Dichalkogenide (ÜMDs). Durch die Kombination verschiedener ÜMD-Schichten können

wir künstliche Bandstrukturen schaffen, in denen Elektronen und Löcher räumlich voneinander getrennt werden, über Coulomb-Wechselwirkung jedoch gekoppelt bleiben.



Mikroskopbild einer Van-der-Waals-Heterostruktur aus zwei verschiedenen Übergangsmetall-Dichalcogeniden. In dieser Heterostruktur können räumlich getrennte Elektronen und Löcher miteinander wechselwirken und sogenannte Interlagen-Exzitonen bilden. Bei der Rekombination dieser Exzitonen wird Photolumineszenz emittiert.

Wir untersuchen die Heterostrukturen mit optischen Spektroskopie-Techniken. Photolumineszenz ermöglicht die Analyse der elektronischen Struktur sowie der Bildung von Exzitonen und anderen Quasiteilchen. Raman-Spektroskopie liefert das Phononen-Spektrum, das ein empfindlicher Sensor für die Kopplung zwischen verschiedenen Lagen, Verspannungen oder Dotierung ist.

Lehre:

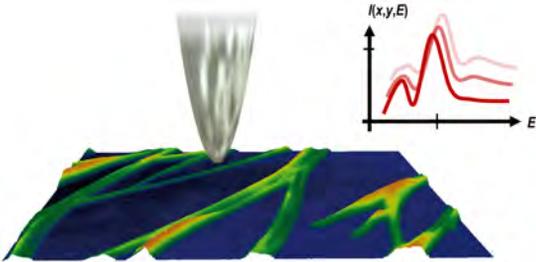
Vorlesungen zur Experimentalphysik mit den Schwerpunkten Festkörperphysik, Nanostrukturen und neue Materialien. Praktika und Qualifizierungsarbeiten in den Bereichen optischer Spektroskopie und Herstellung von zweidimensionalen Kristallen.

Prof. Dr. Tobias Korn

www.kristalle.physik.uni-rostock.de

Oberflächen- und Grenzflächenphysik

Welche Mechanismen und Prozesse werden relevant bei Systemen mit sehr kleinen räumlichen Abmessungen im Bereich von Nanometern? Wie können wir solch kleine Systeme kontrollieren und manipulieren?



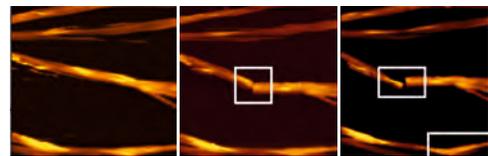
Eine Nanosonde wird an eine strukturierte Molekül-Landschaft angenähert, wodurch sowohl die Geometrie, als auch die optischen und elektronischen Eigenschaften ortsabhängig erfasst werden. Die Sonde kann auch dazu benutzt werden, die Nano-Objekte zu modifizieren.

Systeme dieser Größenordnung können auf Oberflächen präpariert werden, und sie stellen die kleinsten räumlich noch kontrollierbaren Strukturen dar. Sie sind interessant für die Entwicklung von Bauelementen mit extrem niedrigen Material- und Energiekosten während der Produktion und im Betrieb.

Das Ziel der Nanowissenschaften ist das Verständnis und die Ausnutzung einer neuen Klasse von Phänomenen und Effekten, die ausschließlich bei solch kleinen Systemen auftritt. Solche Effekte zu untersuchen und zu verstehen, erfordert eine ständige Neu- und Weiterentwicklung von Rastersonden- und Nanofabrikationsverfahren. Eine häufige Strategie ist die Verknüpfung von Prinzipien aus verschiedenen naturwissenschaftlichen Disziplinen einerseits und von Mikro- und Nanostrukturierung andererseits. Solche interdisziplinäre und hybride Herangehensweisen erlauben es, Strukturen mit ganz neuen Funktionen zu realisieren.

Unsere Forschungsaktivitäten betreffen die Entwicklung von Rastersondenmethoden für die Untersuchung von immer komplexer werdenden Systemen und Umgebungen, z.B. im elektromagnetischen Feld oder in flüssigen Medien. Als lokale Wechselwirkungen nutzen wir – je nach System – Tunnelströme, lokale Kräfte, Ionenströme bzw. optische Nahfelder. Wir möchten die Natur der auftretenden Kopplungen und Prozesse verstehen. Unsere Fragestellungen sind: Welchen Einfluss hat die lokale Umgebung auf die elektronischen Eigenschaften und Übergänge von Nanoteilchen? Welche Prozesse sind relevant bei Reaktionen auf Oberflächen? Wie können wir mit Hilfe von Nanosonden bio-elektronische Kopplungen realisieren?

Unsere Arbeit umfasst die Präparation und Funktionalisierung der Sonden und Grenzflächen sowie Rastersondenmikroskopie- und lokale Spektroskopie-Experimente.



Serie von Kraftmikroskopie-Topographien von Farbstoff-Molekül-Aggregaten, $5\mu\text{m} \times 5\mu\text{m} \times 80\text{nm}$. Ein Aggregat-Strang wurde mit der Spitze durchtrennt. Solche Modifikationen dienen dazu, aus dem Verhalten von Anregungen bei Störungen auf Energie-Transfer-Prozesse schließen zu können.

Lehre

Wir bieten Lehrveranstaltungen in Experimentalphysik, zu Oberflächen und Nanostrukturen und zur Rastersondenmikroskopie an; Betreuung von Bachelor-, Master-, Staatsexamens- und Doktorarbeiten zu den oben genannten Themenbereichen.

Prof. Dr. Sylvia Speller
www.psi.physik.uni-rostock.de

Nanostrukturen und Nanomaterialien

Halbleiter stehen im Zentrum unseres modernen Lebens. Sie sind Grundlage für elektronische Geräte wie Computer, Fernseher, Mobiltelefone, GPS-Geräte, Automobilsteuerungen, optische und chemische Sensoren. Der bekannteste Vertreter der Materialklasse der Halbleiter ist Silizium.

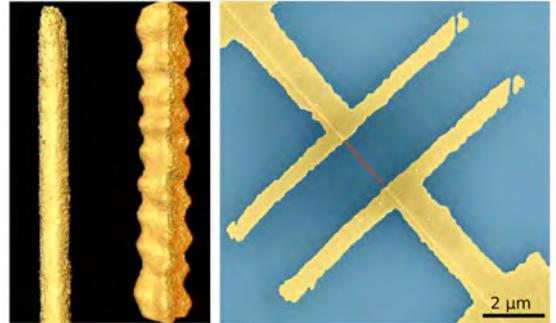
Um unsere Gesellschaft zukunftsfähig zu gestalten, sind auf diesem wichtigen Gebiet ständig Innovationen notwendig. Die bisherige Technologie basiert weitgehend auf der Miniaturisierung von Silizium-Schaltkreisen, was zunehmend an fundamentale Grenzen stößt.

Daher ist es notwendig, elektronische Materialien zu entwickeln, die auf neuartigen Kristallstrukturen oder auf neuen nanoskaligen Formen, z.B. zweidimensionalen Materialien, basieren. In der Arbeitsgruppe werden solche optoelektronischen Strukturen entwickelt und charakterisiert. Insbesondere werden zweidimensionale Nanostrukturen als sehr aussichtsreiche elektronische Materialien untersucht.

Um die Eigenschaften der Nanokristalle zu verstehen, werden optische und elektrische Messungen an einzelnen Strukturen in einem sehr großen Temperaturbereich zwischen 1,8 K, also nahe am absoluten Nullpunkt, und Raumtemperatur durchgeführt. Auch die Abhängigkeit der Eigenschaften der Proben von Magnetfeldern wird untersucht. Viele der beobachteten neuartigen Phänomene beruhen auf quantenphysikalischen Eigenschaften.

Die Nanostrukturen werden mittels kolloidaler Chemie synthetisiert. Diese Methode erlaubt es, die Nanostrukturen in ihrer Größe, Form und kristallographischen Phase einzustellen. Weiterhin gestattet sie die Dotierung und die Oberflächen-Passivierung der Strukturen.

Neben der Synthese der neuartigen Materialien steht das grundlegende Verständnis ihrer interessanten elektronischen Eigenschaften im Vordergrund.



Links: Die Computerrekonstruktion elektronenmikroskopischer Aufnahmen zeigt einen geraden Nanostreifen aus Bleisulfid, der sich wie ein Halbleiter verhält. Der Zickzack-Nanodraht aus dem gleichen Material verhält sich hingegen wie ein Metall – bei tiefen Temperaturen sogar wie ein Supraleiter. Die Ursache für das unterschiedliche Verhalten liegt in der atomaren Beschaffenheit der Oberflächen.

Rechts: Zur Vermessung der elektrischen Eigenschaften werden einzelne Nanostrukturen (rot) mit zwei Goldelektroden auf einem Siliziumchip (blau) verbunden.

Herausragende Veröffentlichungen der Arbeitsgruppe beschäftigen sich mit der kolloidalen Synthese, der elektronenmikroskopischen und optoelektronischen Charakterisierung von zweidimensionalen Materialien, dem elektrischen Transport durch Nanostrukturen oder dünne Filme und mit Spintronik. Die Materialien können durch ihre Dimensionalität ganz neue Eigenschaften erhalten.

Lehre

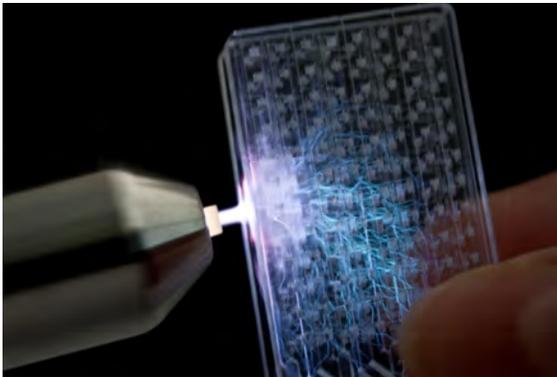
Vorlesungen, Praktika und Abschlussarbeiten zur Experimentalphysik und Nanotechnologie für Bachelor- und Master-Studierende und Doktoranden.

Prof. Dr. Christian Klinke

www.nanomaterials.uni-rostock.de

Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie

Das Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie e. V. (INP Greifswald) gehört weltweit zu den führenden Forschungsinstituten im Bereich physikalischer Plasmen, deren Grundlagen und technischen Anwendungen.



Atmosphärendruck-Plasmajet in Argon bei der Behandlung eines Diagnosechips.

Neben der anwendungsorientierten Grundlagenforschung fördert das INP Greifswald die Entwicklung plasmagestützter Verfahren und Produkte. Das Institut betreibt Forschung und Entwicklung von der Idee zum Prototyp. Innovative Produktideen aus der Forschung des INP werden direkt mit der Industrie erforscht oder durch die Ausgründungen des Institutes in marktfähige Produkte und Dienstleistungen transferiert.

Der Forschungsbereich *Materialien und Energie* bündelt plasmatechnologische Themenstellungen in den Bereichen Energie- und Produktionstechnik. Aktuelle Anwendungsgebiete sind die Herstellung funktionaler Oberflächen, dünner Schichten und katalytisch aktiver Materialien mittels Plasmaprozessen, die plasmachemische Synthese sowie Themen der Elektroenergietechnik und Verfahrenstechnik unter Einsatz von Lichtbögen.

Der Forschungsbereich *Umwelt und Gesundheit* konzentriert sich in seinen drei Forschungsschwerpunkten – Bioaktive Oberflächen, Plasmamedizin und Dekontamination – auf interdisziplinäre Fragestellungen, wobei Atmosphärendruck-Plasmaquellen und ihre experimentelle Untersuchung ein wesentliches Bindeglied und Quelle von Synergien darstellen. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Physikerinnen und Physikern mit Forschenden anderer Disziplinen bewährt sich dabei in herausragender Weise.

Das INP fördert aktiv die Aus- und Weiterbildung wissenschaftlicher und technischer Nachwuchskräfte auf dem Gebiet der Niedertemperaturplasmaphysik im Zusammenwirken mit Hochschulen, Forschungseinrichtungen und der Industrie.

Mit der Universität Rostock besteht ein Kooperationsvertrag, der die gemeinsame Berufungen von Professoren und die Nutzung von Laboren z.B. in der Interdisziplinären Fakultät in Rostock regelt.

Lehre

Im Masterstudium werden die Vorlesung *Molecular and Cellular Biophysics* (Prof. Kolb) sowie Vorlesungen zu modernen Verfahren der Mikro- und Nanotechnologie in der Materialsynthese, zur Oberflächenbearbeitung, einschließlich Plasmen für Oberflächen, sowie zur Analyse mikro- und nanostrukturierter Oberflächen und Materialien (Prof. Brandenburg) angeboten. Es besteht die Möglichkeit, Masterarbeiten und Dissertationen anzufertigen.

Prof. Dr. Ronny Brandenburg
Prof. Dr. Jürgen Kolb
www.leibniz-inp.de

Leibniz-Institut für Atmosphärenphysik

Atmosphärenphysik beschäftigt sich mit den in der freien Atmosphäre ablaufenden physikalischen Prozessen. Unter diesen sind an prominenter Stelle eine Vielzahl dynamischer Prozesse (z.B. der Anregung, Ausbreitung und Dissipation von Winden, planetaren Wellen, Gezeiten, Schwerewellen und Turbulenz) und vielfältige Wechselwirkungen zwischen Strahlung (z.B. solaren und terrestrischen Ursprungs) und den Bestandteilen der Atmosphäre (z.B. Atome, Moleküle, Aerosole) zu nennen.

Das Institut für Atmosphärenphysik widmet sich bei seinen Studien des ungemein komplexen „Mediums Atmosphäre“ speziell der Erforschung der dynamischen Prozesse und ihrer Einflüsse auf wichtige horizontale und vertikale Transportvorgänge, sowie auf die Wärmebilanz der Atmosphäre im Höhenbereich vom Erdboden bis 120 km Höhe.

Die Forschungsarbeiten werden unter Anwendung modernster aktiver Fernmessmethoden und durch die Entwicklung numerischer Modelle der Prozessabläufe vorangetrieben. Für die Beobachtung der Lufttemperatur und -dichte, Winde, Aerosole, Wolkenteilchen und wichtiger Spurengase werden u.a. bodengestützte Hochleistungslaser und Radarsysteme bei Frequenzen von 2,5 und 50 Mhz eingesetzt. In zunehmendem Maß werden Höhenforschungsraketen für In-situ-Messungen eingesetzt.

Es werden theoretische Untersuchungen zu Wellenvorgängen, Turbulenz und zur Mikrophysik von Eisteilchen durchgeführt. Außerdem werden globale Modelle betrieben, mit denen der Beitrag dynamischer Prozesse zur Drehimpuls- und Energiebilanz, sowie langfristige Veränderungen der oberen

Atmosphäre untersucht werden. Dies betrifft u.a. die Morphologie von Eisschichten in ca. 83 km Höhe, die als "leuchtende Nachtwolken" bekannt sind.



© American Geophysical Union, 1999
"Leuchtende Nachtwolke" beobachtet vom Leibniz-Institut für Atmosphärenphysik über der Ostsee

Viele Forschungsarbeiten des Instituts erfolgen in wissenschaftlicher Zusammenarbeit mit mehreren deutschen Universitäten und Max-Planck-Instituten sowie Forschungsgruppen in Norwegen, Frankreich, England, USA und Kanada.

Lehre

Im Masterstudium werden Vorlesungen zu den Themen Atmosphärenphysik, Strahlungsschemische Prozesse, Ionosphäre/Magnetosphäre und Dynamik der Planetenatmosphären angeboten. Studenten und Doktoranden werden zur selbstständigen experimentellen und theoretischen wissenschaftlichen Arbeit angeleitet

Prof. Dr. Claudia Stolle
Prof. Dr. Jorge Chau
Prof. Dr. Claudia Stephan
www.iap-kborn.de

Leibniz-Institut für Ostseeforschung

Das Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW) ist eine außeruniversitäre Forschungseinrichtung. Seine Forschung ist vorrangig auf das Ökosystem der Ostsee gerichtet und durch interdisziplinäre Zusammenarbeit von Physikalischer Ozeanographie, Biologischer Meereskunde, Meereschemie und Mariner Geologie charakterisiert.



Forschungsschiffe sind für die Meeresforschung unverzichtbar. Sie dienen als Arbeitsplattform für den Einsatz spezieller Probenahme- und Messtechnik und als schwimmendes Labor.

Die Sektion Physikalische Ozeanographie und Messtechnik führt experimentelle und theoretische Arbeiten zur geophysikalischen Hydrodynamik von Flachmeeren durch. Für die Messprogramme stehen dem Institut die Forschungsschiffe „Elisabeth Mann Borgese“ (s. Abb.) und „Maria S. Merian“ zur Verfügung, die mit moderner elektronischer Messtechnik zur Erfassung physikalischer Größen wie Temperatur, Salzgehalt, Strömungen ausgerüstet sind.

Die theoretischen Arbeiten konzentrieren sich auf die Erarbeitung numerischer Zirkulationsmodelle, die eine enge Wechselbeziehung von Theorie und Beobachtung ermöglichen. Die physikalischen Forschungen liefern auch wichtige Voraussetzungen zum Verständnis

der physikalischen Steuerung mariner Ökosysteme durch Strömungs- und Vermischungsprozesse. Durch die Einbindung von chemisch-biologischen Prozessen in Zirkulationsmodelle werden schrittweise Ökosystemmodelle der Ostsee aufgebaut.

Die Erforschung der Ostsee erfordert Zusammenarbeit mit den osteuropäischen und skandinavischen Partnerinstituten. Darüber hinaus gibt es vielfältige Kooperationen mit westeuropäischen und amerikanischen Arbeitsgruppen auf dem Gebiet der Randmeerforschung.

Lehre

Die ozeanographische Lehre des IOW umfasst Vorlesungen zur allgemeinen, regionalen und theoretischen Ozeanographie. Hinzu kommen Praktika auf Forschungsschiffen und in den Laboren des Instituts. Es besteht die Möglichkeit, Masterarbeiten und Dissertationen anzufertigen.

Prof. Dr. Markus Meier
Prof. Dr. Hans Burchard
www.io-warnemuende.de

Institut für Solar-Terrestrische Physik

Das Institut für Solar-Terrestrische Physik in Neustrelitz befasst sich mit den Eigenschaften des gekoppelten Systems von Ionosphäre, Thermosphäre und Magnetosphäre (ITM-System) sowie dessen Antrieb durch Energieeinträge von der Sonne und von der darunter liegenden Atmosphäre. Hierbei fokussiert das Institut auf die Erforschung des Weltraumwetters, d. h., die zeitlich variablen Bedingungen auf der Sonne und im Sonnenwind sowie deren Wirkung auf das ITM-System.

Das Weltraumwetter hat einen erheblichen Einfluss auf die Leistung und Zuverlässigkeit von weltraumgestützten und bodengestützten technologischen Systemen. Es kann erhebliche Störungen an modernen Kommunikations- und Navigationssystemen bewirken und damit zu erhöhten Sicherheitsrisiken, wirtschaftlichen Verlusten und verminderter Lebensqualität führen.

Das Institut für Solar-Terrestrische Physik deckt sowohl die Grundlagenforschung als auch die angewandte Forschung zum Thema Weltraumwetter ab. Dabei ist es das Ziel, durch zeitnahe, genaue und zuverlässige Beobachtungen und Vorhersagen nationale Infrastrukturen zu schützen und betroffene Industrien zu unterstützen.

Die Abteilung „Weltraumwetterbeobachtung“ untersucht Ionosphärenmess- und Inversionstechniken mittels boden- und weltraumgestützter Sensoren. Die Beobachtungsdaten werden genutzt, um die Elektronendichteverteilung des Geo-Plasmas mittels Datfusion, und diverser Rekonstruktionsverfahren und Assimilationstechniken in ihrer zeitlichen Dynamik zu rekonstruieren.

Die Abteilung „Solar-Terrestrische Kopplungsprozesse“ erforscht Prozesse im erdnahe Raum, um das Verständnis der komplexen Kopplungsmechanismen vor allem in der Thermosphäre und Ionosphäre zu vertiefen und Informationen über mögliche Weltraumwettergefahren und deren Vermeidung abzuleiten.

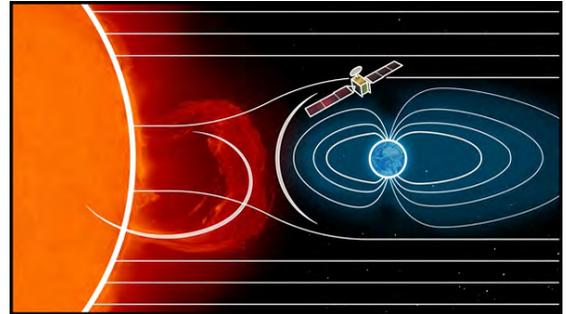


Bild: DLR

Die Abteilung „Weltraumwettereinfluss“ analysiert die Wechselwirkung des Weltraumwetters auf wichtige technologische Systeme und Dienste im Bereich der Satellitennavigation (GNSS) und der Satellitenkommunikation sowie auf boden- und weltraumgestützte Infrastrukturen wie Stromnetze oder Satelliten.

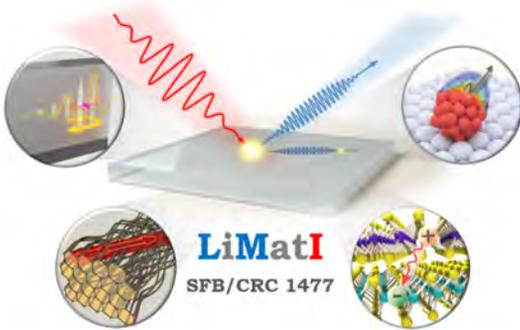
Lehre

In der Master-Studienrichtung Physics of Ocean, Atmosphere, and Space werden Vorlesungen zum Thema Space Weather angeboten. Zusammen mit der South African National Space Agency und der University of Alabama wird jährlich das vierwöchige International Space Weather Camp für Studierende aus den Bereichen Mathematik, Physik, Informatik oder den Ingenieurwissenschaften veranstaltet

Dr. Jens Berdermann
www.dlr.de/so/

Licht-Materie-Wechselwirkung an Grenzflächen LiMatI

Die Aufgabe des SFB 1477, gefördert von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), ist die Erforschung von Licht-Materie-Wechselwirkungen an Grenzflächen unter Verwendung starker ultraschneller Felder und spezieller Targets.



Der **Projektbereich S**, „**Strong Fields and Attosecond Physics**“, befasst sich in sechs Projekten mit starken Feldern und der Attosekundenphysik. Er umfasst die Szenarien der extremen nichtlinearen Optik und der kontrollierten Teilchenemission von Grenzflächen. Diese beiden Szenarien sind durch die gemeinsame Physik der lichtgetriebenen, nicht-perturbativen Elektronendynamik und die Suche nach den Mechanismen der Starkfeldreaktion eng miteinander verknüpft.

Während intensives Laserlicht eine Voraussetzung für alle Projekte im Bereich S ist, werden die Arbeiten in den sieben Projekten im **Projektbereich W**, „**Weak Fields and Quasiparticles**“, mit relativ schwachen Lasern durchgeführt und befassen sich hauptsächlich mit der Erzeugung und dem Transport von Quasiteilchen entlang von Grenzflächen in speziellen Targets, mit Quantensensorik unter Verwendung eingebetteter Moleküle an Grenzflächen und mit

allgemeinen topologischen Aspekten der Licht-Materie-Wechselwirkung. Diese Szenarien sind miteinander über die grenzflächenvermittelte Dynamik von Quasiteilchen und Licht sowie das Ziel, funktionale Licht-Materie-Landschaften zu entwerfen und aktiv zu steuern, verbunden.

Um die konzertierten Forschungsaktivitäten zu fördern und zu steuern, werden gemeinsame Aktivitäten wie die Verbreitung der erzielten Ergebnisse, der wissenschaftliche Austausch mit internen und externen Partnern, die Ausbildung von Studierenden, ein nachhaltiges und fachspezifisches Forschungsdatenmanagement sowie die Vermittlung an die Öffentlichkeit in weiteren Projekten organisiert:

- LiMatI for Pupils and the Public
- Integrated Research Training Group
- Information Infrastructure

Sonderforschungsbereiche der DFG bündeln Forschungsprojekte zu einem übergeordneten aktuellen wissenschaftlichen Thema und sind ein wichtiges Instrument zur Stärkung der Spitzenforschung und Strukturbildung an deutschen Hochschulen. Die Finanzierung ist zunächst für vier Jahre bewilligt und kann bei erfolgreicher Begutachtung bis auf maximal zwölf Jahre verlängert werden. Der Großteil der Mittel wird für die Finanzierung von 26 Doktorandinnen und Doktoranden verwendet. Darüber hinaus gibt es umfangreiche Mittel für die experimentelle Ausstattung, Netzwerkaktivitäten, Konferenzen, Gäste, Gleichstellungsmaßnahmen, Graduiertenschule, Öffentlichkeitsarbeit und Datenmanagement.

Prof. Dr. Dieter Bauer
www.limati.uni-rostock.de

Department Leben, Licht und Materie

Wie kann Lasertechnik helfen, den globalen Klimawandel zu verstehen? Wie lösen sich Blutgefäßimplantate nach getaner Arbeit im Körper wieder auf? Wie wirken sich atomare und molekulare Eigenschaften auf makroskopische Systeme aus? Diesen und anderen Fragen geht das **Department Leben, Licht und Materie** (LL&M) nach.

Als fächerübergreifender Schwerpunkt zwischen den Natur- (inkl. Agrar-) und Ingenieurwissenschaften sowie der Medizin versteht sich LL&M als Forschungsdepartment mit einem besonderen Augenmerk auf einer engen Verknüpfung zwischen den Disziplinen und mit Ausstrahlung auf technische Anwendungen. Im neuen Forschungsbau LL&M, direkt neben den Physikgebäuden, können die Wissenschaftler/innen die Geräte der Kompetenzzentren und zahlreiche Labore und Büros nutzen.

In der Interdisziplinären Fakultät verschmelzen die verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen und treten über die ursprünglichen Fächergrenzen hinaus in einen engen Dialog miteinander. Es gibt vier Departments:

- *Leben, Licht und Materie,*
- *Maritime Systeme,*
- *Altern des Individuums und der Gesellschaft,*
- *Wissen - Kultur - Transformation.*

Die Forschungsprogramme des Departments haben international einen hohen Stellenwert. Sie zeichnen sich durch eine äußerst große Komplexität aus: Neben der Physik sind weitere Fächer gefragt wie die Chemie, Atmosphärenforschung, Ingenieurwissenschaften, Biologie, Medizin, Mathematik und Informatik. Am Standort Rostock sind diese Disziplinen traditionell stark vertreten.

Der Projektbereich **Reaktionsdynamik von Nanoteilchen an Grenzflächen** bearbeitet Fragen des Energie- und Ladungstransfers auf

unterschiedlichen Zeitskalen bis hinunter in den Femtosekunden-Bereich. Einige aktuelle Projekte sind Lichtinduzierte Dynamik an reaktiven Grenzflächen, Laserstrukturierung Funktionalisierung, Photokatalyse aktiver Grenzflächen.



Im Kompetenzzentrum Mikroskopie und Spektroskopie werden biologische Systeme, funktionelle Materialien und Nanostrukturen mittels optischer und Elektronenmikroskopie sowie zeit aufgelöster Spektroskopie untersucht..

Mikroskopische Vorgänge bei zellbiologischen Interaktionen sind der Inhalt des Projektbereichs **Mikro- und Nanostrukturen zur Steuerung des Biosystems**. Ziel ist es, den Einfluss lokalisierter elektrischer Felder und die Rolle von Oberflächenstrukturierungen auf die Zelldynamik zu untersuchen. Entsprechende Projekte sind Zellprozesse auf strukturierten Oberflächen, Sonden in Zellumgebung sowie Mikroskopie/Nanopartikel in Zellen. Dazu sind auch neue präparative Verfahren und spektroskopische Methoden zu entwickeln, wie sie Gegenstand des Projektbereichs **Physikalisch-chemische Charakterisierung von Nanoteilchen** sind, in Projekten wie Innovative Partikelcharakterisierung, VUV Laser- und Pulsverdampfer sowie Neue Spektroskopische Methoden

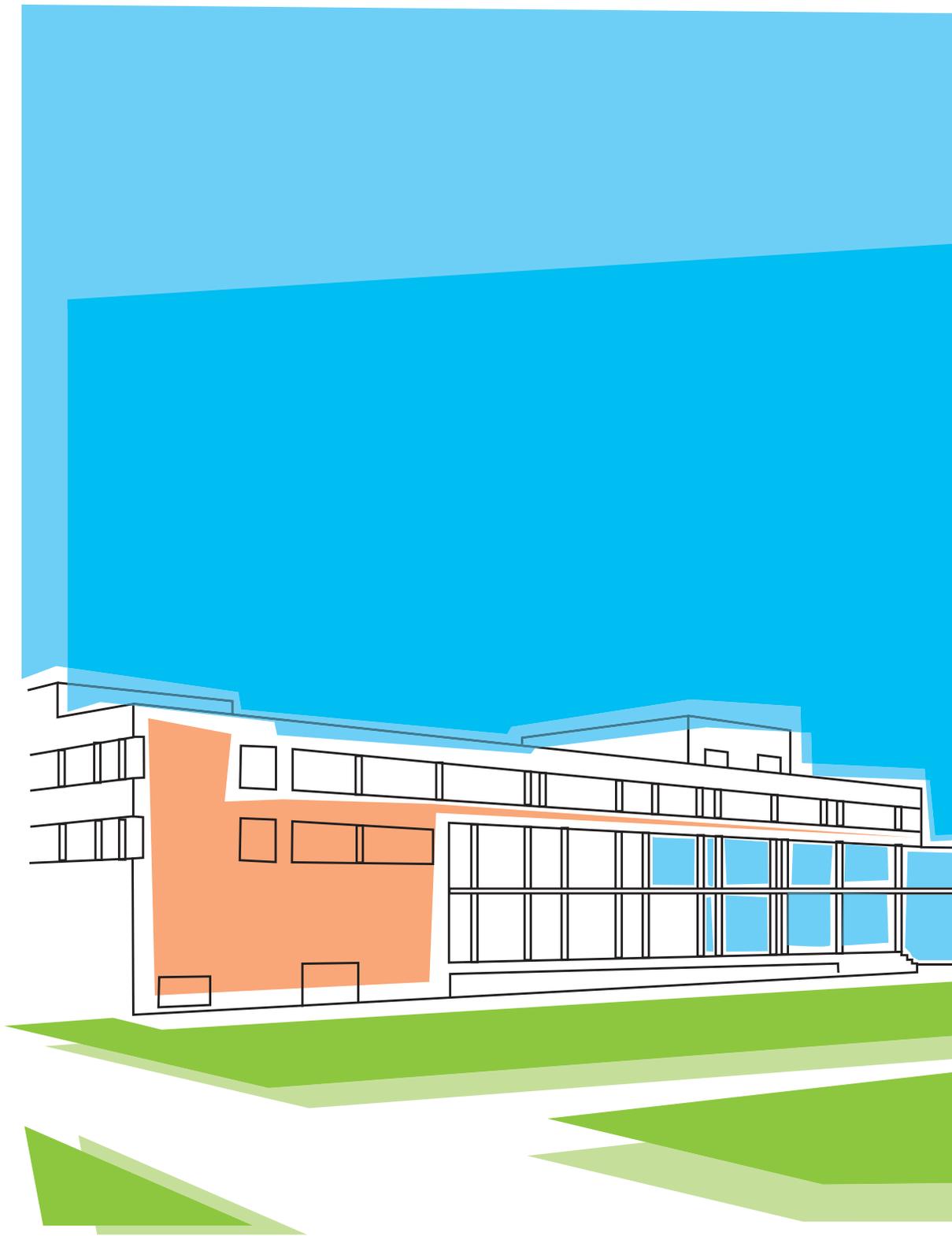
Prof. Dr. Ralph Zimmermann
www.inf.uni-rostock.de/llm/

Institut für Physik

Geschäftsräume:	Albert-Einstein-Str. 23-24, 18059 Rostock	
Postanschrift:	Institut für Physik, Universität Rostock, 18051 Rostock	
E-mail:	institut.physik@uni-rostock.de	
Geschäftsf. Direktor:	Prof. Dr. Alexander Szameit	498-6700
Stellv. Direktor:	Prof. Dr. Stefan Lochbrunner	
Sekretariat:	Anja Wilken	498-6701
		Telefax: 498-6702
Prüfungsamt:	Katrin Müller pruefungsamt.physik@uni-rostock.de	498-6703
Fachstudienberatung: (Bachelor und Master)	Dr. Franziska Fennel Dr. Christian Peltz studienberatung.physik@uni-rostock.de	498-6963 498-6817
Fachstudienberatung: (Lehramt)	Priv.-Doz.Dr. Heidi Reinholz heidi.reinholz@uni-rostock.de	498-6750
Auslandsstudium/ ERASMUS	Prof. Dr. Boris Hage boris.hage@uni-rostock.de	498-6770
Vorsitzender des Prüfungsausschusses:	Prof. Dr. Christian Klinke christian.klinke@uni-rostock.de	498-6860

Studentische Angelegenheiten der Universität Rostock

Student Service Center Telefonischer Info Service (Mo-Do 10-15 Uhr Fr 10-13 Uhr) Offene Sprechzeit in der Parkstraße 6: ab 9 Uhr bis 13 Uhr (Mo,Mi) 17 Uhr (Di,Do) 12 Uhr (Fr)		498-1230
Studierendenrat (StuRa) der Universität Rostock Parkstraße 6		498-5601
Studierendenwerk Rostock-Wismar St.-Georg-Str. 104 - 107		459-2600



Albert-Einstein-Str. 23-24
18059 Rostock

