

Arbeitsgruppe Prof. Dr. Thomas Wilhelm

(Institut für Didaktik der Physik)

Büronummer: 02.214

E-Mail: wilhelm@physik.uni-frankfurt.de

Website: www.thomas-wilhelm.net

Stellen Sie sich und Ihre Arbeitsgruppe kurz vor! An welchen Themen forschen Sie aktuell?

Ich betreue aktuell viele Staatsexamensarbeiten (für Lehramt Grundschule, Lehramt Haupt-/Realschule und Lehramt Gymnasium) sowie viele Promotionen. Im Rahmen des Nebenfaches „Didaktik“ ist es auch möglich, bei mir eine Bachelor- oder Masterarbeit zu schreiben.

Inhaltlich forsche ich sehr breit an vielen Themen, die man in drei Bereiche zusammenfassen kann:

Erstens werden Schülervorstellungen untersucht, d.h. es wird entweder mit Hilfe von Interviews ermittelt, welche (fachlich falschen) Vorstellungen Schüler*innen oder Studierende über bestimmte physikalische Themen haben, oder es wird mit Hilfe von Fragebögen erfasst, welche Vorstellungen vor oder nach dem Unterricht wie häufig vorkommen.

Zweitens werden neue Experimente und neue Unterrichtskonzepte für den Schulunterricht oder das Schülerlabor entwickelt und getestet. Gegebenenfalls wird auch deren Wirkung empirisch untersucht.

Das dritte Thema ist der Computereinsatz im Physikunterricht (z.B. Videoanalyse von Bewegungen, Computational Physics, Smartphones, 3D-Druck). Hier kann es darum gehen, neue Einsatzvorschläge zu entwickeln oder deren Wirkung empirisch zu untersuchen.

Wie sieht der Arbeitsalltag in Ihrer Arbeitsgruppe aus?

Wie der Arbeitsalltag aussieht, hängt sehr stark vom Thema ab. Werden Schülervorstellungen erhoben oder die Wirkung einer Intervention untersucht, findet vieles am Computer statt. Werden auch neue Experimente entwickelt, dann findet das in unserer Physiksammlung statt. Werden Lernende interviewt oder wird etwas Neues in der Lehre ausprobiert, hat man auch Kontakt mit Schüler*innen oder Studierenden.

Je nach Thema und je nach Interesse der Studierenden nehmen Studierende auch an Tagungen teil (DPG oder GDGP) und stellen dort ihre Ergebnisse vor.

Welche Vorlesungen bzw. F-Praktikumsversuche bereiten auf die Arbeit in Ihrer Arbeitsgruppe vor?

Welche Lehrveranstaltung für eine Abschlussarbeit hilfreich ist, hängt stark vom Thema der Arbeit ab. Beispiele sind die folgenden Seminare:

- „Fachdidaktische Vertiefung der klassischen Physik (L3)“ (2 SWS)
- „Computereinsatz im Physikunterricht (L2, L3)“ (2 SWS)

Wie ist das Arbeitsumfeld als Student?

—

Was sind aktuelle Bachelor- und Masterarbeitsthemen in Ihrer Arbeitsgruppe?

Alle bisher von mir betreuten Abschlussarbeiten sind unter <http://www.thomas-wilhelm.net/betreutes2.htm> beschrieben. Großteils sind sogar die Arbeiten als PDF downloadbar.

Stand: 05/2024

Arbeitsgruppe Prof. Dr. Blume

(IKF / Experimentelle Kern- und Teilchenphysik)

Büronummer: 01.429

E-Mail: blume@ikf.uni-frankfurt.de

Website: https://www.uni-frankfurt.de/95497037/Arbeitsgruppe_Prof_Blume

Stellen Sie sich und Ihre Arbeitsgruppe kurz vor! An welchen Themen forschen Sie aktuell?

Bei den hohen Temperaturen und Dichten, die bei der Kollision schwerer Kerne bei hohen Strahlenergien erzeugt werden, entstehen neuartige Zustände stark wechselwirkender Materie, die im Experiment studiert werden können. Ein solcher Materiezustand ist das Quark-Gluon Plasma, in dem der Einschluß von Quarks und Gluonen in Hadronen aufgehoben ist.

Experimente bei verschiedenen Energien erlauben eine systematische Studie des Phasendiagramms stark wechselwirkender Materie und die Überprüfung der entsprechenden Vorhersagen der Quanten-Chromo-Dynamik (QCD). Das Studium hoch komprimierter Kernmaterie ist insbesondere auch für das Verständnis von astrophysikalischen Phänomenen, wie die Kollision zweier Neutronensterne, von großer Bedeutung.

Die Arbeitsgruppe ist deshalb aktuell an den Experimenten HADES und CBM im Forschungszentrum FAIR/GSI beteiligt. Diese Experimente versuchen Antworten auf die folgenden fundamentalen Fragen zu geben:

- Was ist die Zustandsgleichung stark wechselwirkender Materie?
- Welche Phasen von Kernmaterie lassen sich nachweisen?
- Gibt es neue, exotische Materieformen?
- Was ist der Ursprung der Hadronmassen?

Ein derzeitiger Schwerpunkt unserer Aktivitäten im Bereich der Detektorphysik ist die Entwicklung und der Bau eines Übergangsstrahlungs-Detektor (engl. Transition Radiation Detector (TRD)) für das CBM-Experiment.

Wie sieht der Arbeitsalltag in Ihrer Arbeitsgruppe aus?

Die möglichen Aktivitäten in der Arbeitsgruppe decken ein weites Spektrum ab und reichen von eher praktischen Arbeiten im Detektorlabor über Elektronik- und Software-Entwicklungen bis zur Datenauswertung und der Anwendung von theoretischen Modellen. Die wesentlichen Themenschwerpunkte sind dabei:

- Analyse von experimentellen Daten (HADES Experiment).
- Software zur Analyse und Simulation von Experimenten.
- Entwicklung und Bau von Teilchendetektoren.
- Ausleseelektronik für Experimente der Hochenergiephysik.

Diese Aktivitäten sind mit Forschungsaufenthalten an verschiedenen Beschleunigerzentren (FAIR/GSI, CERN, DESY) verbunden, in die Bachelor- und Masterstudierende frühzeitig mit eingebunden sind. Ebenso ergibt sich auch vielfältige Möglichkeiten seine eigenen Forschungsergebnisse auf Konferenzen (z.B. DPG-Frühjahrstagungen) und im internationalen Umfeld der experimentellen Kollaborationen zu präsentieren.

Welche Vorlesungen bzw. F-Praktikumsversuche bereiten auf die Arbeit in Ihrer Arbeitsgruppe vor?

VEX4a: "Kerne und Elementarteilchen"
VKT1: "Quarkstruktur der Materie"
VKT4b: "Physik des Quark-Gluon Plasmas"
VKT4e: "Strangeness in Schwerionenkollisionen"
VDP: "Physik der Teilchendetektoren"
VANAHEP: "Analysemethoden der Experimentellen Hochenergiephysik"
Praktikumsversuch 1: " α -Spektroskopie mit Halbleiterzähler" (IKF)
Praktikumsversuch 2: "Elektronenspektroskopie" (IKF)
Praktikumsversuch 3: "Blasenkammeraufnahmen" (IKF)
Praktikumsversuch 4: "Time Projection Chamber (TPC)" (IKF)
Praktikumsversuch 5: "Muon-Spektrometer" (IKF)

Wie ist das Arbeitsumfeld als Student?

Wird von Studierenden nachgereicht.

Was sind aktuelle Bachelor- und Masterarbeitsthemen in Ihrer Arbeitsgruppe?

Beispiele für in der Arbeitsgruppe abgeschlossene Bachelor-Arbeiten sind:

- https://www.uni-frankfurt.de/96679721/Bachelorarbeit_Isabel_Kuhn.pdf
- https://www.uni-frankfurt.de/96679735/Bachelorarbeit_Kim_Sennhenn.pdf
- https://www.uni-frankfurt.de/96680058/Bachelorarbeit_Naomi_Oei.pdf

Es gibt immer eine Reihe von interessanten Themen aus den oben genannten Feldern für mögliche Bachelor- und Masterarbeiten. Wegen konkreter, aktueller Arbeitsthemen bitte immer einfach mal nachfragen.

Stand: 05/2024

Arbeitsgruppe Prof. Dr. Sebastian Eckart

(Institut für Kernphysik / Atomphysik)

Büronummer: 01.323

E-Mail: eckart@atom.uni-frankfurt.de

Website: <https://www.atom.uni-frankfurt.de/>

Stellen Sie sich und Ihre Arbeitsgruppe kurz vor! An welchen Themen forschen Sie aktuell?

Unsere Forschung untersucht Photoionisation einzelner Atome und Moleküle durch starke Laserfelder. Die Laserpulse haben Spitzenintensitäten, die eine Million mal eine Milliarde mal heller als Sonnenlicht sind. Die Dauer der Laserpulse beträgt nur ein Millionstel einer Milliardstel Sekunde. Mit solchen Laserpulsen untersuchen wir Quantenphänomene wie Tunnelprozesse, Interferenz und Verschränkung mit einzelnen Atomen und Molekülen auf ultrakurzen Zeitskalen (Atto- und Femtosekunden). Oft gehen wir dabei so vor, dass wir die Polarisation der Laserpulse variieren und messen, wie sich die Geschwindigkeit der gemessenen Teilchen (Elektronen und Ionen) ändert.

Wie sieht der Arbeitsalltag in Ihrer Arbeitsgruppe aus?

Die Tätigkeiten sind sehr vielfältig und können sich von Person zu Person stark unterscheiden. Gerade Bachelor- oder Masterstudenten verbringen in der Regel etwa ein Drittel Ihrer Zeit im Labor, ein Drittel mit der Auswertung und ein weiteres Drittel mit dem Schreiben der Abschlussarbeit.

In der Regel interagieren wir bei uns im Team in allen dieser Phasen intensiv miteinander, diskutieren auch über den Tellerrand des eigenen Projekts hinaus und bringen uns dabei auch in andere Projekte ein.

Dies macht es auch möglich bei Strahlzeiten an Synchrotron-Einrichtungen zu fahren (z.B. Berlin (BESSY), Hamburg (DESY), Frankreich (ESRF, SOLEIL)).

Bachelor- und Masterstudierende können nach Wunsch an nationalen Tagungen teilnehmen und ggf. ist auch die Teilnahme an internationalen Konferenzen möglich.

Welche Vorlesungen bzw. F-Praktikumsversuche bereiten auf die Arbeit in Ihrer Arbeitsgruppe vor?

Experimentalphysik 3b: Atome und Quanten

Atomphysik 1

Atomphysik 2

Kurzpulslasertechnologie und Starkfeldionisation von Atomen und Molekülen

Praktikumsversuch: Photoelektronenspektroskopie (IKF)

Praktikumsversuch: Ionen-Impulsspektroskopie (IKF)

Wie ist das Arbeitsumfeld als Student?

—

Was sind aktuelle Bachelor- und Masterarbeitsthemen in Ihrer Arbeitsgruppe?

Wir entwickeln die Themen für Bachelor- und Masterarbeiten individuell und versuchen, dass das gewählte Thema zu den Zielen und Interessen der Studierenden passt. Alle Abschlussarbeiten haben etwas mit Femtosekunden-Laserpulsen und fast immer auch mit Impulsspektroskopie zu tun.

Die Möglichkeiten sind vielfältig und reichen von der Mitwirkung bei der Konzeption und dem Aufbau neuer experimenteller Apparaturen (inklusive Programmierarbeiten zur automatisierten Ansteuerung des Experiments), über die Justage von Laseroptik, sowie die Datenaufnahmen und Datenauswertung (inklusive Programmierarbeiten, beispielsweise zur Visualisierung oder Modellierung der Ergebnisse).

Stand: 07/2024

Arbeitsgruppe Prof. Dr. Hannah Elfner

(ITP / Theoretische Hadronen- und Kernphysik)

Büronummer: GSC, Raum 3|29
E-Mail: elfner@itp.uni-frankfurt.de
Website: www.elfner-group.science



Stellen Sie sich und Ihre Arbeitsgruppe kurz vor! An welchen Themen forschen Sie aktuell?

Im Fokus unserer Arbeitsgruppe steht das Studium der kleinsten Bausteine des Universums und ihrer Wechselwirkungen. Besonders interessiert sind wir an der starken Wechselwirkung, die durch die Quantenchromodynamik (QCD) beschrieben werden kann. Bei hohen Energiedichten sagt die QCD eine neue Phase für stark-wechselwirkende Materie voraus, das Quark-Gluon-Plasma (QGP). In dieser Phase sind die Bausteine aus denen Hadronen – wie z.B. Protonen und Neutronen – aufgebaut sind nicht mehr durch das Confinement gebunden und die Quarks können sich als quasifreie Teilchen bewegen. Experimente mithilfe von Beschleunigeranlagen, wie z.B. am Relativistic Heavy Ion Collider (BNL) oder am Large Hadron Collider (CERN), ermöglichen die Erzeugung dieser heißen, dichten, stark-wechselwirkenden Materie unter Laborbedingungen durch relativistische Schwerionenkollisionen. Das Studium der Eigenschaften des QGPs wird benutzt, um mehr über diese Phase der stark-wechselwirkende Materie zu lernen.

Wir beschäftigen uns mit der theoretischen Beschreibung von relativistischen Schwerionenkollisionen, insbesondere ihrer dynamischen Modellierung auf Basis von Transporttheorie und relativistischer Hydrodynamik. In unserer Gruppe wird der hadronische Transportansatz *smash* (*simulating many accelerated strongly-interacting hadrons*) entwickelt. Er basiert auf der Lösung der relativistischen Boltzmann-Gleichung und dient zur Modellierung der Nichtgleichgewichts-Phasen einer Schwerionenkollision und für niedrigere Kollisionsenergien. Für die vollständige Beschreibung von Schwerionenkollisionen müssen, abhängig von der Phase der Kollision, unterschiedliche Theorien (Transport, relativistische Hydrodynamik, Hadronisierung und erneut Transport) verwendet und miteinander verknüpft werden. Zu diesem Zweck wurde das *smash*-vHLLC-Hybridmodell entwickelt, das *smash* unter anderem mit dem Code vHLLC, der zur Beschreibung relativistischer Hydrodynamik dient, kombiniert. Mithilfe dieses Hybridmodells kann die gesamte Entwicklung einer Schwerionenkollision von den ersten Nukleonstößen über die QGP-Formierung bis zu den letzten Wechselwirkungen simuliert und untersucht werden.

Die Büros unserer Arbeitsgruppe befinden sich im Giersch Science Center (GSC), dem Schwestergebäude des FIAS. Das GSC und FIAS sind leicht erkennbar an der roten Gebäudefarbe. Hier findet ihr einen Lageplan für die Anreise zum GSC.

Wie sieht der Arbeitsalltag in Ihrer Arbeitsgruppe aus?

Die theoretische Studie der Wechselwirkungen der kleinsten Bausteine der Materie mithilfe von Schwerionenkollisionen basiert auf der Lösung eines komplexen physikalischen Problems. Aus diesem Grund nutzen wir den phänomenologischen Transportansatz *smash*, um dieses Problem numerisch zu lösen. *smash* besteht mittlerweile aus einer sehr umfangreichen Codebase, die in der Programmiersprache C++ geschrieben ist und mithilfe des „version control system“ `git` verwaltet wird. Die damit erzeugten Simulationsdaten werden bei uns meist mit der Programmiersprache `Python` analysiert. Dies geschieht durch das Plotten der gewünschten Observablen, anschließender physikalischer Interpretation und dem Vergleich mit experimentellen Daten*. Sowohl für die Weiterentwicklung von *smash* als auch für die Analyse der Simulationsdaten muss also programmiert werden. Die Simulationen von Schwerionenkollisionen mit *smash* benötigen für die meisten Projekte viel Rechenaufwand, weshalb diese auf ein Cluster („Supercomputer“) ausgelagert werden. Die Kommunikation mit dem Cluster erfolgt mithilfe des Terminals unter der Verwendung von `Bash`.

Bereits in einem Bachelorprojekt besteht die Möglichkeit den Code von *smash* und damit den Transportansatz mit auszubauen. Somit kommen Bachelor- bzw. Master-Student*innen auf jeden Fall in Kontakt mit `Bash` und `Python`, sowie – abhängig vom Projekt – mit C++ und `git`. Vorwissen zu den genannten Programmiersprachen oder dem „version control system“ `git` ist natürlich gut, aber kein Muss für den Einstieg in die Arbeitsgruppe. Es existiert ein umfangreiches Wiki mit vielen nützlichen Informationen rund um die Arbeit in der Gruppe und zur Klärung technischer sowie physikalischer Fragen steht ein*e Doktorand*in bzw. Post-Doc zur Verfügung. Das Abschlussprojekt wird von dieser Person sowie von Hannah betreut und es finden regelmäßig Treffen zu dritt statt, um den Stand und potenzielle Fragen bezüglich des Projekts zu besprechen. Speziell Bachelor-Student*innen erhalten viel Unterstützung und intensive Hilfe bei der Planung und Durchführung. Im Laufe des Projekts besteht für Bachelor- als auch Master-Student*innen die Möglichkeit an einer Konferenz teilzunehmen, auf der sie ihre Ergebnisse in Form eines Posters oder Vortrags präsentieren können. Werden im Bachelor- bzw. Masterprojekt signifikante Ergebnisse erzeugt, ist zudem das Schreiben und Veröffentlichen eines Papers möglich.

Zum Austausch innerhalb der Gruppe treffen wir uns einmal wöchentlich zum Gruppen-Meeting, in dem auch Bachelor- und Master-Student*innen alle zwei Wochen ihren Fortschritt in Kurzpräsentationen (3-5 min) vorstellen. Da wir eine recht internationale Gruppe sind, findet unsere Kommunikation hauptsächlich auf Englisch statt.

Da jeder auch mal eine Pause vom Arbeiten braucht und uns das Gruppenklima wichtig ist, gibt es alle 2-3 Monate gemeinsame Unternehmungen. Eine kleine Auswahl vergangener Gruppen-Aktivitäten findet ihr auf unserer Gruppen-Homepage.

*Für einen Eindruck, wie solche Plots aussehen können, könnt ihr die Ergebnisse der aktuellen *smash* Analysis Suite oder Veröffentlichungen auf smash-transport.github.io ansehen.

Welche Vorlesungen bzw. F-Praktikumsversuche bereiten auf die Arbeit in Ihrer Arbeitsgruppe vor?

Die zwei folgenden Vorlesungen sind besonders nützlich für den Start in unserer Arbeitsgruppe:

- Einführung in die theoretische Kern- und Elementarteilchenphysik 1
- Spezielle Relativitätstheorie

Zusätzlich interessant sind die folgenden Module:

- Einführung in die theoretische Kern- und Elementarteilchenphysik 2
- Kern- und Teilchenphysik 1 bis 4 (Experimentalphysik)
- Konzepte der modernen theoretischen Physik
- Physics of strongly interacting matter
- Hydrodynamik und Transporttheorie

Die obigen Veranstaltungen sind keine Voraussetzung für eine Abschlussarbeit, allerdings erleichtert der Besuch einiger der genannten den Einstieg in das Themengebiet der Arbeitsgruppe.

Wie ist das Arbeitsumfeld als Student? (geschrieben aus der Perspektive eines Bacheloranden in 2024)

Die Atmosphäre in der Gruppe ist durchweg konstruktiv und positiv. Von Anfang an wird man herzlich aufgenommen, gut in die Gruppe integriert und gleichberechtigt behandelt. Die Mitglieder der Gruppe sind sehr hilfsbereit und es wird sich viel Zeit für Bachelor- und Master-Student*innen genommen – nicht nur von Hannah und dem*der betreuenden Doktoranden*in, sondern auch von allen anderen Mitgliedern der Arbeitsgruppe. Die Hierarchien sind flach und der Austausch sowie die studentische Meinungsbildung werden gefördert. Hierfür wird Bachelor- und Master-Student*innen unter anderem die Chance geboten, bereits in den Gruppenmeetings Fragen zu stellen bzw. sich an den Diskussionen zu beteiligen.

Hannah und alle Doktorand*innen sind sehr engagiert bezüglich der Betreuung von Studierenden und sind jederzeit ansprechbar für Fragen. Bachelor- und Master-Student*innen wird viel Freiraum gegeben, um sich mit dem eigenen Projekt zu beschäftigen, was natürlich eine gewisse Eigenständigkeit und Motivation voraussetzt. Hannah bietet zudem viele Möglichkeiten die Arbeit als theoretische*r Physiker*in kennenzulernen, unter anderem durch den Besuch von Konferenzen.

Das Schöne ist, dass es miteinander auf Augenhöhe um die Physik geht.

Was sind aktuelle Bachelor- und Masterarbeitsthemen in Ihrer Arbeitsgruppe?

Da sich einerseits **smash** kontinuierlich weiterentwickelt und sich andererseits mögliche Themen aus aktuellen Fragestellungen der Physik ergeben, ist die Angabe von Themen für Abschlussarbeiten schnell veraltet und deshalb schwierig. Bei Interesse am Schreiben einer Abschlussarbeit in unserer Gruppe, deshalb bitte einfach Prof. Dr. Hannah Elfner kontaktieren.

Eine Liste der Titel vergangener Bachelor- und Masterarbeiten ist auf unserer Gruppen-Homepage unter Teaching zu finden.

Stand: 25. Juni 2024

Arbeitsgruppe Prof. Dr. Claudius Gros

(ITP / komplexe Systeme / maschinelles Lernen)

Büronummer: Phys. 01.132

E-Mail: gros07@itp.uni-frankfurt.de

Website: <https://itp.uni-frankfurt.de/~gros/>

Stellen Sie sich und Ihre Arbeitsgruppe kurz vor! An welchen Themen forschen Sie aktuell?

In unserer Arbeitsgruppe werden die dynamischen Eigenschaften komplexer Systeme erforscht. Je nach der speziellen Ausrichtung liegt der Fokus dabei auf Fragestellungen, die entweder durch die Neurowissenschaften motiviert sind, der Spieltheorie oder die sich mit maschinellem Lernen befassen. Einige Beispiele.

- Selbst-organisierte Robotik
Wir untersuchen Prinzipien, die es den Gliedmaßen von Tieren und Robotern erlauben, sich selbst-organisiert zu koordinieren. Dieses geschieht dezentral, d.h. ohne einen zentralen Taktgeber ([video](#)).
- AI Agenten
Alpha Zero ist das state-of-the-art ML Model für Agenten von Schach, Go, und sämtlichen anderen informationsoffenen Spielen. Wir haben systematisch untersucht, wie die Spielstärke von Alpha Zero Agenten mit der Trainingszeit (compute) und der Anzahl Parameter skaliert. Das Ergebnis ist verblüffend einfach ([Paper](#)).
- Spieltheorie / Sustainability
Mit der ‘tragedy of the commons’ wird die Situation beschrieben, dass eine natürliche Ressource übermäßig ausgebeutet wird, wenn der Zugang nicht reguliert ist. Wir haben hierfür ein spieltheoretisches Modell entwickelt, mit einigen unerwarteten Ergebnissen. ([Paper](#)).

Wie sieht der Arbeitsalltag in Ihrer Arbeitsgruppe aus?

Wir arbeiten theoretisch. Dabei ist die Kombination von analytischem Verständnis mit numerischen Methoden wichtig. Engagierte Studenten werden direkt betreut.

Welche Vorlesungen bzw. F-Praktikumsversuche bereiten auf die Arbeit in Ihrer Arbeitsgruppe vor?

Vorlesung: Complex and Adaptive Dynamical Systems (VCADS)

In dieser Vorlesung werden die konzeptionellen und mathematischen Grundlagen komplexer Systeme erarbeitet.

Vorlesung: Machine Learning, a Primer (VMLP)

Diese Vorlesung wird ab dem WS 24/25 angeboten, sowohl als Wahlpflicht Modul, sowie als Teil des Laborpraktikums. Sie beinhaltet eine Einführung in Python und PyTorch, sowie eine vertiefte Einführung in das moderne maschinelle Lernen. Es wird ausgiebig programmiert.

Wie ist das Arbeitsumfeld als Student?

Hoffentlich sehr gut.

Was sind aktuelle Bachelor- und Masterarbeitsthemen in Ihrer Arbeitsgruppe?

Einen Einstieg bietet unsere [Publikationsliste](#). Bezüglich der aktuellen Themen bitte einfach für ein Gespräch vorbeikommen.

Stand: Mai/2024

Arbeitsgruppe Prof. Dr. Luciano Rezzolla

(ITP / Theoretische Astrophysik)

Büronummer: 02.143

E-Mail: rezzolla@itp.uni-frankfurt.de

Website: <http://astro.uni-frankfurt.de/rezzolla/>

Stellen Sie sich und Ihre Arbeitsgruppe kurz vor! An welchen Themen forschen Sie aktuell?

- Kollisionen von binären Neutronenstern-Systemen / Kollisionen von Neutronensternen und schwarzen Löchern: Untersuchungen zu emittierter Strahlung & Materie sowie Gravitationswellen
- Entstehung von Quarkmaterie in Neutronenstern-Kollisionen
- Isolierte Neutronensterne: Zustandsgleichung, Masse, Rotation, etc.
- Schwarze Löcher und alternative Modelle ohne Singularitäten
- Akkretion und Strahlung von Materie um schwarze Löcher

Wie sieht der Arbeitsalltag in Ihrer Arbeitsgruppe aus?

Es wird hauptsächlich programmiert und es werden Simulationen laufen gelassen, wobei das Auswerten von Daten und auch analytische Arbeit wie das Entwickeln von Gleichungen ein wichtiger Teil der Arbeit sind.

Entscheidet man sich für eine numerische Richtung, so lernt man mit großen Codes zu arbeiten und mit ihnen Simulationen laufen zu lassen, sowie auch eigene Routinen für das gegebene physikalische Problem einzubauen und fortgeschrittene numerische Methoden zu benutzen. Die Ergebnisse der Simulationen werden im Nachhinein analysiert und dargestellt.

Entscheidet man sich für eine analytische Richtung, besteht der Alltag aus dem Probieren verschiedener Ansätze für die Problemstellung, die man gerade betrachtet und dem Aufstellen von Gleichungen. Im Prinzip dasselbe, wie eine schwere Theo-Übungsaufgabe ohne Musterlösung. Man muss sich Gedanken zu den Annahmen machen, die man trifft, und auch dazu, wie man die Ergebnisse herausbekommt und jene interpretiert.

Es gibt keine Forschungsexkursionen.

Die Studierenden können an Treffen der DPG teilnehmen, oder an anderen Tagungen/Konferenzen/Workshops/Summer Schools, wenn es in ihr Themengebiet fällt.

Welche Vorlesungen bzw. F-Praktikumsversuche bereiten auf die Arbeit in Ihrer Arbeitsgruppe vor?

alle Vorlesungen der theoretischen Physik
Programmierpraktikum
Fortgeschrittenenpraktikum am ITP
Allgemeine Relativitätstheorie
Advanced General Relativity
Numerische Methoden

Wie ist das Arbeitsumfeld als Student?

Das Arbeitsumfeld ist sehr interessant, anspruchsvoll und bietet gleichzeitig tolle Möglichkeiten, ein Teil neuer moderner Forschung zu sein und an spannenden, neuen Themen zu arbeiten und sogar zu publizieren!

Da die Arbeitsgruppe groß ist, werden viele verschiedene Themen abgedeckt und es gibt viele Mitglieder, von denen man als Student lernen und um Hilfe bitten kann. Man bekommt einen guten Einblick in den Forschungsalltag und kann ein Teil davon sein.

Bachelorarbeiten:

- “On Nestars” (<https://arxiv.org/abs/2310.13946> DOI: <https://doi.org/10.1088/1361-6382/ad2317>): Gravastars stellen eine Alternative zu schwarzen Löchern dar und bestehen aus verschiedenen Schichten mit verschiedenen Energiedichten. Es wurden Lösungen solcher Sterne gesucht und auch von Sternen mit mehreren aufeinander folgenden Schichten, sogenannten “nested stars”.
- “Equilibrium non-selfgravitating tori around black holes in parameterised spherically symmetric spacetimes” (<https://arxiv.org/abs/2302.09135> DOI: <https://doi.org/10.1093/mnras/stad1039>): In allgemeinen Theorien der Gravitation und verschiedenen Metriken, insbesondere sphärisch symmetrischen Metriken und der RZ-Metrik wurden Lösungen von Tori um ein schwarzes Loch gesucht.
- “Thin disc emission from binary black holes”: Durchführung von Ray-Tracing in einem binären schwarzen Loch, dessen Raumzeit numerisch als konforme flache Anfangsdaten mit dem Einstein-Toolkit-Code berechnet wurde. Die Emission von Strahlung wurde mit dünnen Scheiben modelliert.
- “On the sound speed in neutron stars” (<https://arxiv.org/abs/2203.14974> DOI: <https://doi.org/10.3847/2041-8213/ac9b2a>): Mit Hilfe von der Schallgeschwindigkeit erprobt man die Eigenschaften von isolierten Neutronensternen wie deren Masse und Radius für viele verschiedene Zustandsgleichungen und erhält Wahrscheinlichkeitsverteilungen.

Masterarbeiten:

- “Impact of Quark Matter Formation in the Prompt Collapse in Binary Neutron Star Mergers” (<https://arxiv.org/abs/2402.11031>): Nach der Kollision von zwei Neutronensternen kann sich in dem entstandenen Stern Quarkmaterie bilden. Es wurden Neutronensternkollisionen simuliert und der Kollaps eines solchen Sterns und seine Masse wurden untersucht sowie der Einfluss der Quarkmaterie.
- “Realistic models of general-relativistic differentially rotating stars” (<https://arxiv.org/abs/2405.06609>): Untersucht wurde die differentielle Rotation von Sternen. Es wurden Rotationsprofile in einen Code eingebaut, die jenen eines Sterns nach einer binären Kollision ähneln. Die Eigenschaften wie Masse und Stabilität eines solchen Sterns mit verschiedenen Rotationsgeschwindigkeiten wurden betrachtet.
- “Collapse to a gravastar”: Entstehung von Gravasternen durch kollabierende Sterne/Planeten, bei denen sich aus dem Inneren heraus eine Blase an dunkler Energie bildet und dem kollabierenden Stern/Planeten entgegenwirkt, bis von diesem nur noch eine dünne Masseschicht um die Blase an dunkler Energie herum übrig bleibt.
- “Accreting black-hole imaging with GPUs”: Durchführung der Strahlenverfolgung in der Kerr-Metrik. Hydrodynamische Daten werden aus GRMHD-Codes, wie dem BHAC-Code, gewonnen. Die Radioemission wird als Synchrotronstrahlung berechnet.

Stand: 05/2024

Arbeitsgruppe Prof. Dr. Dirk H. Rischke

(Institut für Theoretische Physik/ Schwerionenphysik)

Büronummer: 2.134

E-Mail: drischke@itp.uni-frankfurt.de

Website: <https://www.uni-frankfurt.de/65315388/AG-Rischke>

Stellen Sie sich und Ihre Arbeitsgruppe kurz vor! An welchen Themen forschen Sie aktuell?

Die Forschung in meiner Arbeitsgruppe fokussiert sich auf zwei Themen:

1. Eigenschaften stark wechselwirkender Materie mittels Funktionaler Renormierungsgruppe

Wir untersuchen effektive Theorien für die Theorie der Starken Wechselwirkung, die Quantenchromodynamik (QCD), welche dieselben globalen Symmetrien wie die QCD besitzen. Wir berechnen das effektive Potential mit Hilfe der Funktionalen Renormierungsgruppe (FRG), welches Aufschluss über die thermodynamischen Eigenschaften, die Zustandsgleichung und die Phasenstruktur stark wechselwirkender Materie gibt. Zur Lösung der FRG-Flussgleichung kommen hydrodynamische Algorithmen zum Einsatz.

2. Relativistische dissipative Spin-Magnetohydrodynamik

Wir leiten quanten-kinetische Theorien für Teilchen mit nichtverschwindendem Spin aus der entsprechenden Quantenfeldtheorie in semiklassischer Näherung ab. Mit Hilfe der Methode der Momente konstruieren wir dann aus der quanten-kinetischen Theorie die Erhaltungsgleichungen der relativistischen dissipativen Spin-Magnetohydrodynamik. Wir untersuchen die Konsequenzen dieser Theorie für Polarisationsobservable in Schwerionenkollisionen.

Wie sieht der Arbeitsalltag in Ihrer Arbeitsgruppe aus?

Wir arbeiten hauptsächlich in unseren Büros oder im home office. Typische Bachelor- und Masterarbeiten haben sowohl theoretisch-analytische wie auch numerische Anteile, je nach Problemstellung mit unterschiedlicher Gewichtung.

Wir führen in der Regel keine Forschungsexkursionen durch. Masterstudenten wird jedoch, je nach Fortschritt ihrer Arbeiten, Gelegenheit gegeben, an Tagungen oder Konferenzen teilzunehmen.

Welche Vorlesungen bzw. F-Praktikumsversuche bereiten auf die Arbeit in Ihrer Arbeitsgruppe vor?

VHQM, VQFT1, VQFT2, VSTAFT
VTHKP1, VTHKP2
VHYMAG

Wie ist das Arbeitsumfeld als Student?

Hier bitte eine studentische Meinung einfügen (anonym).

(DHR: da kann ich schlecht selbst bei meinen Studenten fragen, dann wäre das ja nicht mehr anonym...)

Was sind aktuelle Bachelor- und Masterarbeitsthemen in Ihrer Arbeitsgruppe?

Second-order transport coefficients for relativistic dissipative fluid dynamics
(T. Füle, 2022; T. Kühner, 2021; S. Potesnov, 2024; H. Rosenbaum, 2023)

Stand: 05/2024

Arbeitsgruppe Prof. Dr. Jürgen Schaffner-Bielich (ITP / Theoretische Astrophysik)

Büronummer: 2.137

E-Mail: schaffner@astro.uni-frankfurt.de

Website: <https://astro.uni-frankfurt.de/schaffner/>

Stellen Sie sich und Ihre Arbeitsgruppe kurz vor! An welchen Themen forschen Sie aktuell?

Unsere Arbeitsgruppe forscht im Bereich der theoretischen Astrophysik. Bei uns geht es primär um kompakte Objekte wie z.B. Neutronensterne. Wir sind eine bunte Mischung aus Bachelor-, Master- und PhD-Studierenden, sowie aktuell einem Postdoc.

- Physik von kompakten Objekten wie z.B. Neutronensterne, schwarze Löcher, Sterne aus/mit dunkler Materie und Sterne aus/mit Quarkmaterie
- Berechnung der Zustandsgleichung von verschiedenen Materiearten
- Zusammenspiel aus Astro-, Kern- und Elementarteilchenphysik, sowie Kosmologie

Wie sieht der Arbeitsalltag in Ihrer Arbeitsgruppe aus?

- Unsere Arbeit spielt sich zum Großteil vor dem Computer ab.
 - Programmierkenntnisse sind vorteilhaft.
 - Abhängig vom Thema muss mehr oder auch weniger analytisch gearbeitet werden, um z.B. Gleichungen herzuleiten.
 - Tagungsbesuche wie z.B. bei der DPG ist in unserer Gruppe für alle Mitglieder möglich und teils auch erwünscht.
 - Bei erfolgreichen Arbeiten werden die Ergebnisse in einem wissenschaftlichen Artikel publiziert, sodass man bereits im Master ein erstes Paper publizieren kann. Das ist nicht gewöhnlich und hilfreich für eine akademische Karriere.
- Wöchentlich stehen bei uns AG-Treffen an, sowie die Teilnahme am Palaver- und Astrocoffee-Seminar.
- Alle Mitglieder der AG halten i.d.R. ihre Abschlussvorträge in einem der beiden Seminare.

Welche Vorlesungen bzw. F-Praktikumsversuche bereiten auf die Arbeit in Ihrer Arbeitsgruppe vor?

Allgemeine Relativitätstheorie
Einführung in die Astronomie 1 und 2
Kern- und Teilchenphysik 1 und 2 (experimentell und theoretisch)
Programmierpraktikum
Quantenfeldtheorie
Kosmologie
ART mit dem Computer

Wie ist das Arbeitsumfeld als Student?

sehr angenehm
familiär
entspannt
große Hilfsbereitschaft unter den Gruppenmitgliedern

Was sind aktuelle Bachelor- und Masterarbeitsthemen in Ihrer Arbeitsgruppe?

Aktuelle Arbeiten:

- Bestimmung der minimalen Masse von Protoneutronensternen und deren Abhängigkeit vom Leptonanteil
- Berechnung von Masse, Radius, Verformbarkeit von kompakten Sternen
- Parameterbestimmung aus Pulsar-Timing-Array-Daten für Kollisionen von kompakten Objekten (u.A. im frühen Universum)
- Kühlungsprozesse von Neutronensternen/Quarksternen
- Sterne aus dunkler Materie und deren Eigenschaften, sowie Neutronensterne mit verschiedenen Arten dunkler Materie (z.B. als Halo oder als Kern)
- Stabilitätsanalysen von Neutronensternen mit dunkler Materie
- Neutronensterne, die primordiale schwarze Löcher enthalten
- weitere Themen im Bereich Kosmologie, wie Pionkondensation im frühen Universum und der QCD-Phasenübergang
- Meteorologie-Student*innen können in unserer AG auch ihre Abschlussarbeiten machen; eine aktuelle Thesis befasst sich mit der Modellierung der Temperaturverteilung von Exoplaneten

Stand: 05/2024

Arbeitsgruppe Prof. Dr. Roser Valentí

(ITP / Festkörperphysik)

Büronummer: Phys 01.130

E-Mail: valenti@itp.uni-frankfurt.de

Website: <https://itp.uni-frankfurt.de/~valenti/>

Stellen Sie sich und Ihre Arbeitsgruppe kurz vor! An welchen Themen forschen Sie aktuell?

In unserer Gruppe untersuchen wir Phänomene wie frustrierten Quantenmagnetismus, Spinflüssigkeitsphasen, unkonventionelle Supraleitung und topologische Phasen, um nur einige zu nennen. Das sind faszinierende Themen, denen wir uns gleich doppelt nähern. Erstens durch die Entwicklung und Nutzung sowohl analytischer als auch fortgeschrittener Rechentechniken, um das quantenmechanische Vielteilchenproblem, das in diesen Phasen inhärent kodiert ist, aus der Perspektive erster Prinzipien zu lösen. Zweitens ermöglichen uns die enge Zusammenarbeit mit experimentellen Gruppen, magnetische, thermodynamische, spektroskopische und dynamische Eigenschaften von Quantenmaterialien zu verstehen und zu beschreiben, die die oben genannten Phasen manifestieren.

Wie sieht der Arbeitsalltag in Ihrer Arbeitsgruppe aus?

Die Arbeit in unserer Gruppe umfasst sowohl analytische als auch numerische Simulationen am Computer. Das ist verbunden mit regelmäßigen Gruppentreffen und Seminaren, wissenschaftlichen Diskussionen und regelmäßiger Teilnahme an Winter- und Sommerschulen und internationalen Konferenzen (DPG, APS March Meeting, etc).

Welche Vorlesungen bzw. F-Praktikumsversuche bereiten auf die Arbeit in Ihrer Arbeitsgruppe vor?

Quantenmechanik (VTH4, VHQM)
Thermodynamik und Statistische Physik (VTH5)
Einführung in die theoretische Festkörperphysik (VTHFP1)

Wie ist das Arbeitsumfeld als Student?

Meine Erfahrung als Bachelor und Master Student in der Valentí-Gruppe:
Schon als Bachelorstudent wurde mir ermöglicht an echten Forschungsfragen in der Valentí-Gruppe zu arbeiten. Die Gruppe beschäftigt sich mit aktuellen und relevanten Themen der kondensierten Materie, und durch die breitgefächerte Expertise in der Gruppe hat man für jede Thematik einen Ansprechpartner. Die Gruppe ist exzellent vernetzt, und ich habe gleich an mehreren internationalen Kollaborationen teilhaben können. Darüberhinaus wird man ermutigt an Schools, Workshops etc. teilzunehmen und die eigene Arbeit präsentieren zu lernen.

Was sind aktuelle Bachelor- und Masterarbeitsthemen in Ihrer Arbeitsgruppe?

The Ising Model: From Monte Carlo Simulations to a Neural Network Analysis (BSc)
Introduction to the Kitaev model and beyond (BSc)
Numerical Studies of Phase Diagrams of Generalized Kitaev Models (MSc)
Variational Monte Carlo study of the Heisenberg model on sawtooth chain (MSc)

Stand: 04/2024

Arbeitsgruppe Prof. Dr. Marc Wagner

(ITP / QCD, lattice QCD, hadron physics)

Büronummer: 2.103

E-Mail: mwagner@itp.uni-frankfurt.de

Website: <https://itp.uni-frankfurt.de/~mwagner/mcwagner.html>

Stellen Sie sich und Ihre Arbeitsgruppe kurz vor! An welchen Themen forschen Sie aktuell?

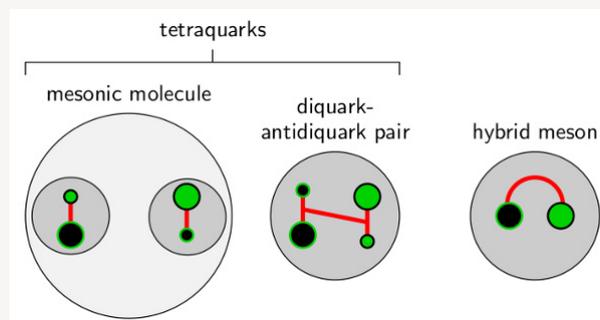
We are working in the field of theoretical particle physics and quantum field theory with particular focus on lattice gauge theory. Lattice gauge theory is a non-perturbative numerical technique to compute path integrals in gauge theories, in particular in QCD (quantum chromodynamics). It is, therefore, suited to determine QCD observables like hadron masses and decay constants from first principles, the QCD Lagrangian.

In our research we mainly focus on mesons. Comparatively simple quark model calculations assuming a quark-antiquark structure reproduce experimentally measured properties like masses or decay rates for most mesons rather precisely. Thus, they have led to a solid understanding of many $\bar{q}q$ or non-exotic mesons. There are, however, several mesonic systems, which cannot be explained within such a quark-antiquark picture, and which seem to have a more complicated structure or quantum numbers excluded in $\bar{q}q$ quark model calculations.

For exotic mesons several structures different from $\bar{q}q$ are discussed, but none of them is either experimentally or theoretically confirmed or ruled out (see also the figure below).

- Tetraquark: A system of two quarks and two antiquarks $\bar{q}q\bar{q}q$, which can be a mesonic molecule or a diquark-antidiquark pair.
 - Mesonic molecule: Two ordinary $\bar{q}q$ mesons, which are bound by residual strong forces.
 - Diquark-antidiquark pair: A diquark (a qq pair) and an antidiquark (a $\bar{q}\bar{q}$ pair) strongly bound by a connecting flux tube of gluons.
- Hybrid meson: A quark-antiquark pair $\bar{q}q$ connected by an excited flux tube of gluons, which contributes to the quantum numbers of the meson in a non-trivial way.

The major goal of our research is to study mesons from first principles using lattice QCD and to confirm or rule out the existence of exotic structures like tetraquarks or hybrid mesons in certain channels. Moreover, the goal is to understand their internal structure (e.g. “Is a specific tetraquark a mesonic molecule or rather a diquark-antidiquark pair?”, “What is the preferred shape of the flux tube of a specific hybrid meson?”) and the corresponding binding mechanism (e.g. “Which quantum numbers and which quark flavor combinations favor the existence of exotic mesons?”).



Wie sieht der Arbeitsalltag in Ihrer Arbeitsgruppe aus?

Our research is based on quantum field theory, which is the combination of the basic lectures “Theoretische Physik 3 – Elektrodynamik” (i.e. field theory) and “Theoretische Physik 4 – Quantenmechanik” (i.e. quantum physics). Around half of the daily work for a B.Sc. thesis or an M.Sc. thesis consists of understanding quantum field theory from standard textbooks, applying quantum field theory to the specific problem and deriving and preparing equations, which are suitable for numerical lattice QCD computations.

Since lattice QCD is a numerical method to compute quantum field theoretic expectation values, the other half of the daily work for a B.Sc. thesis or an M.Sc. thesis consists of programming, code development and running programs on high performance computer systems. At the end a numerical analysis of the computer generated data is usually necessary, which is similar to data analysis in experimental physics.

Participation in conferences and workshops and presenting the research carried out in the context of the B.Sc. thesis or M.Sc. thesis is possible and supported, if the thesis is of high quality. It is less common for B.Sc. theses (due to the limited time of around 3 months), but quite frequent for M.Sc. theses (which typically take around 1 year).

Welche Vorlesungen bzw. F-Praktikumsversuche bereiten auf die Arbeit in Ihrer Arbeitsgruppe vor?

Mandatory:

Theoretische Physik 1 bis 4, Mathematik 1 bis 3, Einführung in die Programmierung für Physiker.

Useful but not necessary for B.Sc. theses / at least partly recommended and expected for M.Sc. theses: Theoretische Physik 5, Quantenfeldtheorie 1 und 2, Numerische Methoden der Physik, Höhere Quantenmechanik.

Wie ist das Arbeitsumfeld als Student?

Hier bitte eine studentische Meinung einfügen (anonym).

Was sind aktuelle Bachelor- und Masterarbeitsthemen in Ihrer Arbeitsgruppe?

At

<https://itp.uni-frankfurt.de/~mwagner/theses.html>

you find all ongoing and completed B.Sc. theses, M.Sc. theses and Ph.D. theses related to our working group.

At the bottom of that page you find further material and literature, which might be useful to prepare for a possible thesis and to find out, whether lattice QCD and hadron physics is a good choice as your future research direction.

Stand: 04/2024

Arbeitsgruppe Prof. Dr. Michael Huth

(Physikalisches Institut / Kondensierte Materie)

Büronummer: _0.413

E-Mail: michael.huth@physik.uni-frankfurt.de

Website: <https://nano.physik.uni-frankfurt.de/>

Stellen Sie sich und Ihre Arbeitsgruppe kurz vor! An welchen Themen forschen Sie aktuell?

Our group is concerned with the consequences of electronic correlation effects and disorder on the properties of thin films and nanostructures. In particular, we are interested in cooperative ground states, such as magnetism and superconductivity in proximity to a metal-insulator transition. The main focus of our scientific work is on granular electronic systems, such as nano-granular metals, ordered and disordered arrays of magnetic nano-elements, superconducting nanostructures, and artificially granulated meta-materials. For sample preparation we use mainly the direct-writing method of focused electron beam induced deposition (FEBID) and different thin film growth techniques, such as molecular beam epitaxy (MBE) and sputtering. Results of our research are also applied in miniaturized sensor development for strain and force sensing. We also use surface acoustic wave devices for studying excitations in ferromagnets and sensing applications.

Wie sieht der Arbeitsalltag in Ihrer Arbeitsgruppe aus?

All of our Bachelor and Master students get to know a wide range of experimental techniques for characterization of nanostructures, be it thin films or samples fabricated by FEBID (see above). This comprises scanning probe microscopy, scanning electron microscopy (sometimes also transmission electron microscopy), X-ray diffraction (for thin films), electron diffraction (for thin films) and various types of electronic transport measurements (resistivity/conductivity, Hall effect, thermopower) in the temperature range from room temperature down to 0.3 K and in magnetic fields up to 14 T. Depending on the specific research topic, simulations using high performance Python (3.x) or programming for experiment control (also Python) is required. We are an interdisciplinary group with solid state physicist and chemists working together and we are also part of a collaborative research center in which we work together with colleagues from theory and other Universities (Mainz, KIT). For our sensor development we also collaborate with industry partners.

Bachelor and Master students participate in the spring meeting of the German Physical Society – Condensed Matter division – which takes place every year in either Berlin, Dresden or Regensburg.

Welche Vorlesungen bzw. F-Praktikumsversuche bereiten auf die Arbeit in Ihrer Arbeitsgruppe vor?

Einführung in die Festkörperphysik (Ex4b)
Experimentelle Festkörperphysik 1(&2)
Elektronische Eigenschaften von Nanostrukturen
Magnetismus
Einführung in die Supraleitung
F-Praktikum: Josephson-Effekt (PI)
F-Praktikum: Symmetrie in Kristallen (PI)
F-Praktikum: Supraleitung und Phasenübergänge (PI)
F-Praktikum: Röntgenpulverdiffraktometrie (PI)

Wie ist das Arbeitsumfeld als Student?

n.a. - only one current MSc student

Was sind aktuelle Bachelor- und Masterarbeitsthemen in Ihrer Arbeitsgruppe?

Possible topics for Bachelor or Master thesis:

- Development of glucose sensor for diabetes monitoring by miniaturized sensing devices
- Surface acoustic wave excitation of spin waves in thin film ferromagnets
- Surface acoustic wave devices for strain sensing
- Magnetic and transport properties of exotic magnetic materials in thin film form
- ...

Stand: 10/2024

Arbeitsgruppe Prof. Dr. Cornelius Krellner

(Physikalisches Institut / Experimentelle Festkörperphysik)

Büronummer: - 0.407

E-Mail: krellner@physik.uni-frankfurt.de

Website: https://www.uni-frankfurt.de/44139185/AG_Krellner

Stellen Sie sich und Ihre Arbeitsgruppe kurz vor! An welchen Themen forschen Sie aktuell?

Im Frankfurter Kristall- und Materiallabor beschäftigen wir uns mit der Herstellung und Charakterisierung von elektronisch stark korrelierten Systemen. Wir haben das Ziel, neue Materialien mit faszinierenden Phänomenen zu entdecken und deren Verständnis durch Herstellung und umfangreiche Charakterisierung möglichst reiner Einkristalle voranzubringen. Dabei ist uns sowohl die Präparation als auch die physikalische Charakterisierung gleichermaßen wichtig. Im Zentrum unserer Arbeit stehen Materialien mit ungewöhnlichen magnetischen Grundzuständen sowie neue und bekannte Supraleiter.

Wie sieht der Arbeitsalltag in Ihrer Arbeitsgruppe aus?

Die Abschlussarbeiten in unserer Arbeitsgruppe zeichnen sich dadurch aus, dass die Studierenden verschiedene Methoden der experimentellen Festkörperphysik anwenden werden. Diese Arbeiten finden typischerweise bei uns im Labor statt. Normalerweise starten Sie mit den chemischen Elementen in ihrer reinsten Form und führen eine Kristallzüchtung aus der Schmelze (oder Dampfphase) bei hohen Temperaturen (bis 2000°C) durch. Anschließend charakterisieren Sie die Kristalle auf ihre Stöchiometrie und Reinheit mittels Röntgenmethoden und am Elektronenmikroskop, um schließlich die interessierenden physikalischen Eigenschaften (Magnetisierung, Widerstand, Wärmekapazität, etc.) in einem breiten Temperaturbereich von 2 – 400 K und hohen Magnetfeldern (bis 9 T) zu bestimmen. Alle Studierende der Arbeitsgruppe können auf Wunsch mit zur DPG Frühjahrstagung fahren. Weiterhin fahren wir als Arbeitsgruppe im Herbst zusammen zu einem Retreat in das Haus Bergkranz im Kleinwalsertal und es gibt mit der Arbeitsgruppe ein Sommerfest und eine Weihnachtsfeier. Wir legen Wert auf ein gutes Arbeitsklima in der Gruppe und wurden auch schon mit dem Gender und Diversity Preis des Fachbereichs ausgezeichnet.

Welche Vorlesungen bzw. F-Praktikumsversuche bereiten auf die Arbeit in Ihrer Arbeitsgruppe vor?

VL 1: Experimentelle Festkörperphysik 1 & 2 (baut auf VEx4b auf und beginnt im WiSe)

VL 2: Grundlagen der Kristallzüchtung (immer im WiSe)

VL 3: Magnetismus (immer im SoSe)

Praktikumsversuch 1 (FP im PI): Differenz Thermoanalyse (DTA)

Praktikumsversuch 2 (FP im PI): Symmetrie in Kristallen (Laue)

Praktikumsversuch 3 (FP im PI): Röntgenpulverdiffraktometrie (XRD)

Wie ist das Arbeitsumfeld als Studierender?

Die Arbeit in der Arbeitsgruppe macht sehr viel Spaß! Die Themen, die man im Rahmen seiner Arbeit selbstständig, aber unter sehr guter und ausführlicher Betreuung, erforscht, sind in der Regel forschungsrelevant. Das Arbeitsumfeld in der gesamten Arbeitsgruppe ist familiär und herzlich. Man unterstützt sich fachlich wo man kann und pflegt auch privat einen guten Umgang.

Was sind aktuelle Bachelor- und Masterarbeitsthemen in Ihrer Arbeitsgruppe?

Hier einige Titel von Arbeiten aus den Jahren 2023/24:

- Kristallzüchtung und Charakterisierung von CeSb_2 unter chemischem Druck
- Züchtung und Charakterisierung von EuMn_2P_2 Einkristallen
- Züchtung und Charakterisierung von LaMn_2Si_2 -Kristallen
- Untersuchung des Valenzüberganges in $\text{Eu}(\text{Rh}_{1-x}\text{Co}_x)_2\text{Si}_2$ zur Bestimmung des kritischen Endpunktes
- The Heavy Fermion Compounds CeCoIn_5 and Ce_2IrIn_8
- Growth and Analysis of GdCoIn_5 Single Crystals
- Crystal Growth of TiO_2 -Rutile using Skull Melting

Stand: 06/2024

Arbeitsgruppe Prof. Dr. Michael Lang

(PI / Festkörperphysik)

Büronummer: .0.320

E-Mail: michael.lang@physik.uni-frankfurt.de

Website: https://www.uni-frankfurt.de/46940353/AG_Lang

Stellen Sie sich und Ihre Arbeitsgruppe kurz vor! An welchen Themen forschen Sie aktuell?

Wir interessieren uns für besondere Festkörpereigenschaften, wie bspw. ungewöhnliche Formen der Supraleitung oder des Magnetismus, die durch starke Wechselwirkung der Elektronen untereinander und der Elektronen mit dem Kristallgitter zustande kommen. Um diese Phänomene zu untersuchen, setzen wir die meist einkristallinen Festkörperproben (typ. Größen sind einige mm^3) extremen Bedingungen aus: tiefe Temperaturen, hohe Drucke und hohe Magnetfelder.

Ein Thema, das uns aktuell sehr beschäftigt, ist das Phänomen der „kritischen Elastizität“: Durch Variation von Temperatur und Druck ist es uns gelungen, bestimmte Materialien so zu manipulieren, dass sich ihr Kristallgitter durch starke Wechselwirkung mit den Elektronen so kompressibel („weich“) wie ein Gas verhält. Um die Eigenschaften eines solch exotischen Zustandes (den man mit chemischen Methoden alleine nicht erreichen kann) zu erforschen, führen wir eine Vielzahl von Experimenten unter Variation von Temperatur und Druck durch. Dazu zählen Messungen des elektrischen Widerstands, der magnetischen Suszeptibilität, sowie der elastischen Eigenschaften.

Wie sieht der Arbeitsalltag in Ihrer Arbeitsgruppe aus?

Die Experimente werden in unseren Labors durchgeführt, die gegenüber den Büros liegen. Hierzu werden die Proben vorbereitet und am Experiment installiert. Einige Experimente sind weitestgehend automatisiert, bei anderen ist noch mehr „Handarbeit“ gefragt, wo es auch auf das Geschick des Experimentierenden ankommt. Die Auswertung erfolgt üblicherweise parallel zu den Experimenten in unmittelbarem Austausch mit den anderen Mitgliedern der Arbeitsgruppe, so dass die gewonnenen Erkenntnisse bereits in die Planung des nächsten Experiments einfließen können. Da die Bachelor- und Masterarbeiten direkt in die Forschungsarbeiten der Gruppe integriert sind, besteht die Möglichkeit, die Ergebnisse in Fachzeitschriften zu publizieren und auf einer Fachtagung zu präsentieren.

Welche Vorlesungen bzw. F-Praktikumsversuche bereiten auf die Arbeit in Ihrer Arbeitsgruppe vor?

Experimentalphysik 4b: Festkörper
Experimentelle Festkörperphysik 1
experimentelle Tieftemperaturphysik
Praktikumsversuch Schall in Kristallen (PI)
Praktikumsversuch Supraleitung (PI)
Praktikumsversuch Josephson-Effekt (PI)

Wie ist das Arbeitsumfeld als Student?

Als Student ist man sehr gut betreut und durch das wöchentliche Gruppenmeeting schnell in die Arbeitsgruppe eingebunden. Es herrscht ein respektvoller und wertschätzender Umgang und bei Fragen und Problemen wird einem stets mit viel Geduld geholfen.

Was sind aktuelle Bachelor- und Masterarbeitsthemen in Ihrer Arbeitsgruppe?

Im Rahmen unserer Forschungsaktivitäten zum Phänomen der „kritischen Elastizität“ ergeben sich folgende Themen für künftige Abschlussarbeiten auf Ba- und Masterniveau:

„Messungen der magnetischen Suszeptibilität unter Variation von Temperatur und Druck in der Nähe eines kritischen Endpunktes mit kritischer Elastizität“

„Messung des elektrischen Widerstands unter Variation von Temperatur und Druck in der Nähe eines kritischen Endpunktes mit kritischer Elastizität“

Stand: 06/2024

Arbeitsgruppe Prof. Dr. Jens Müller

(Physikalisches Institut / Experimentelle Festkörperphysik)

Büronummer: ___.426

E-Mail: j.mueller(at)physik.uni-frankfurt.de

Website: <http://pi.uni-frankfurt.de/ag-mueller>

Stellen Sie sich und Ihre Arbeitsgruppe kurz vor! An welchen Themen forschen Sie aktuell?

Die Arbeitsgruppe von Prof. Jens Müller forscht zu den Themen stark korrelierte Elektronen in Festkörpern und Magnetismus von Mikro- und Nanostrukturen. Speziell interessieren wir uns für die (langsame) Dynamik von Ladungsträgern in Supraleitern, magnetischen Systemen, an Metall-Isolator-Übergängen oder in Halbleiter-Bauelementen und Sensoren sowie für die grundlegenden Ummagnetisierungsprozesse in Mikro- und Nanomagneteten. Wir verwenden Temperatur, Magnetfelder, Druck und (zukünftig) uniaxiale Verspannung („strain“), um die physikalischen Eigenschaften gezielt zu ändern („tunen“).

Ba- und Ma-Abschlussarbeiten in unserer AG sollen an exzellentes wissenschaftliches Arbeiten heranführen und der Vorbereitung auf die zukünftige Karriere in Forschung, Wirtschaft und Gesellschaft dienen. Dazu gehören der Ausbau von (1) Fachwissen (interessante, aktuelle Physik), (2) Methodenwissen (State-of-the-Art experimentelle Messtechniken, Datenanalyse oder Software-Entwicklung) und (3) zusätzliches, berufsorientierendes Wissen (z.B. Erlernen wissenschaftlichen Arbeitens, Strukturierung des eigenen Projekts/Arbeitsplanung, Präsentieren der Ergebnisse).

Eigenverantwortliches Arbeiten soll im sicheren Umfeld individueller Betreuung schrittweise erlernt werden. Nötig dazu sind (und erwartet werden) Motivation, Verlässlichkeit und Spaß an der Arbeit.

Wie sieht der Arbeitsalltag in Ihrer Arbeitsgruppe aus?

Die Forschungsarbeit findet größtenteils in den heimischen Laboren statt, wo man in kleinen Gruppen am eigenen Experiment arbeitet. Gelegentlich nutzen wir zusätzlich experimentelle Techniken an anderen nationalen und internationalen Universitäten/Forschungseinrichtungen, mit denen wir zusammenarbeiten.

Unsere AG umfasst selten mehr als ca. zwölf Mitglieder, so dass die jeweiligen Ba- und Ma-Projekte durch erfahrene Ma-Studierende und Doktorandinnen und Doktoranden individuell betreut werden können. Ba-, Ma-Studierende, Doktorandinnen/Doktoranden und Postdocs belegen gemeinsame Büros. Der Fortschritt der Projekte, das zukünftige Vorgehen und die Lösung möglicher Probleme werden wöchentlich im Arbeitsgruppenseminar diskutiert. Der Arbeitsgruppenleiter ist bei Fragen jederzeit ansprechbar.

Durch unsere internationale Zusammenarbeiten besteht die Möglichkeit, mit Gastwissenschaftler:innen z.B. aus Japan, Indien oder den USA in Kontakt zu kommen und so unterschiedliche Perspektiven und Einblicke in die vielfältige Forschungslandschaft der Festkörperphysik und anderer Gebiete zu erhalten. Ba- und Ma-Studierende können ihre Ergebnisse auf nationalen Konferenzen/Workshops, z.B. der Frühjahrstagung der DPG und den Annual Retreats von Verbundforschungsprojekten, präsentieren.

Welche Vorlesungen bzw. F-Praktikumsversuche bereiten auf die Arbeit in Ihrer Arbeitsgruppe vor?

„Einführung in die Festkörperphysik“ (VEX4B) ist als Pflichtvorlesung ein gutes Fundament. Nützlich sind die weiteren grundlegenden Vorlesungen „Experimentelle Festkörperphysik 1 und 2“ (VEXFP1/2), die auf die spezielleren Vorlesungen vorbereiten. Außerdem weitere Wahlpflichtvorlesungen aus der experimentellen und/oder theoretischen Festkörperphysik zu den Themen Magnetismus, Supraleitung, Tieftemperaturphysik, Experimentelle Methoden der Festkörperphysik, Nanoelektronik etc. sowie Vorlesungen zu den Themen Elektronik und Sensorik.

Ebenso sind die meisten Versuche des Forschungs- und Laborpraktikums bzw. Fortgeschrittenen-Praktikums am Physikalischen Institut (PI) hilfreich zur Vorbereitung. Die Versuche „Elektronisches Rauschen“ und (zukünftig) „Dielektrische Spektroskopie“ finden in den Laborräumen der AG statt.

Programmierkenntnisse (Python) sind nützlich, aber nicht unbedingt notwendig.

Wie ist das Arbeitsumfeld als Student?

In der Arbeitsgruppe herrscht ein sehr hilfsbereites Arbeitsumfeld. Bei Bachelor- und Masterarbeiten bekommt man umfassende Unterstützung von erfahrenden Doktoranden und auch von Prof. Jens Müller selbst.

Jedem Studenten wird dabei für seine Arbeit ein fester Betreuer zugewiesen, der einen gerade in der Anfangsphase tatkräftig unterstützt und zum selbstständigen wissenschaftlichen Arbeiten hinführt. Weiterhin kann man sich bei Fragen aller Art auch jederzeit an andere Gruppenmitglieder wenden, da sich hier fast alle mit den Methoden der Arbeitsgruppe gut auskennen. Auch Prof. Jens Müller nimmt sich immer Zeit für Fragen seiner Studenten.

Während Bachelor- und Masterarbeiten können eigene Ergebnisse sinnvoll in die Forschung der Arbeitsgruppe eingebracht werden. Bei Beiträgen auf Konferenzen/Workshops wird man von Prof. Jens Müller und der gesamten Arbeitsgruppe unterstützt.

Außerdem sorgen regelmäßige Gruppenaktivitäten für eine angenehme und wertschätzende Arbeitsatmosphäre.

Was sind aktuelle Bachelor- und Masterarbeitsthemen in Ihrer Arbeitsgruppe?

Die wichtigsten experimentellen Techniken der Arbeitsgruppe sind:

- (A) Fluktuationsspektroskopie → zeitaufgelöster elektrischer Transport: in den Fluktuationen (dem „Rauschen“) der elektrischen Leitfähigkeit/des Widerstands eines Materials ist die Information zu kinetischen Prozessen, d.h. der Dynamik der Ladungsträger enthalten,
- (B) Mikro-Hall-Magnetometrie → über den klassischen Hall-Effekt einer sensitiven Halbleiterschicht kann das magnetische Streufeld sogar einzelner magnetischer Mikro- und Nanoteilchen gemessen werden.

Aktuell zu vergebende Ba-/Ma-Arbeiten sind:

- Untersuchung der elektronischen Transporteigenschaften von „Resistive Random Access Memory (RRAM) Devices“.
- Experimentelle und numerische Charakterisierung von neuartigen, dreidimensionalen magnetischen Nanostrukturen.
- Fluktuationsspektroskopie an stark korrelierten Elektronensystemen (hier sind verschiedene Projekte zu aktuellen Entwicklungen aus den Bereichen Magnetismus, Supraleitung, Ferroelektrizität, ... möglich, z.B. Untersuchungen an organischen Molekülkristallen sowie an intermetallischen Verbindungen).
- Kolossaler Magnetwiderstandseffekt (CMR) im ferromagnetischen Isolator EuS: Perkolation magnetischer Polaronen?

Weitere Informationen gerne im persönlichen Gespräch mit dem AG-Leiter.

Stand: Juni 2024

Arbeitsgruppe Prof. Dr. Jochen Triesch

(FIAS / Lebens- und Neurowissenschaften)

Büronummer: FIAS 2|101

E-Mail: triesch@fias.uni-frankfurt.de

Website: <https://www.fias.science/en/life-and-neurosciences/research-groups/jochen-triesch/>

Stellen Sie sich und Ihre Arbeitsgruppe kurz vor! An welchen Themen forschen Sie aktuell?

Wir sind eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe, die aus Physik, Informatik und Medizin-Studierenden besteht. Wir beschäftigen uns vor allem mit computergestützter und mathematischer Modellierung im Bereich der Neurowissenschaften. Unsere Arbeitsthemen sind in 3 Gruppen unterteilbar:

- Development and developmental AI
- Active efficient coding, reinforcement learning, self motivated learning, contrastive learning, infant modelling (MIMo)
- Spiking neural networks
- Predictive Coding
- Application of AI in Healthcare

Wie sieht der Arbeitsalltag in Ihrer Arbeitsgruppe aus?

Wir arbeiten agil und digital. Da wir eine theoretische Gruppe sind, findet ein Großteil der Arbeit beim Programmieren statt. Dabei analysieren oder modellieren wir Daten und entwickeln Konzepte. Als Studierender stehen einem viele Möglichkeiten zur Vorstellung der Forschungsergebnisse bei internationalen Konferenzen zur Verfügung.

Wir diskutieren unseren Fortschritt mind. einmal wöchentlich mit der Gruppe, Prof. Dr. Jochen Triesch und mit Kollaboratoren weltweit. Darüber hinaus bilden wir uns semesterweise gemeinschaftlich zu aktuellen neurowissenschaftlichen Themen fort.

Welche Vorlesungen bzw. F-Praktikumsversuche bereiten auf die Arbeit in Ihrer Arbeitsgruppe vor?

Theoretische Neurowissenschaften I
Theoretische Neurowissenschaften II
Reinforcement Learning
Current Topics in Theoretical Neuroscience
Maschinenlern-Verfahren I
Maschinenlern-Verfahren II
Einführung in Maschinelles Lernen und Deep-learning mit Anwendungen in der Physik und Technik
Fortgeschrittenenpraktikum im Institut für Theoretische Physik
Überwachte und selbst-überwachte Maschinenlernverfahren und ihre Anwendung in Mustererkennung, KI und Sprachverarbeitung
Unüberwachte Maschinenlernverfahren und ihr Einsatz in Datenanalyse und Signal-/Sprachverarbeitung
Bestärkendes Lernen und sein Einsatz in Spielen, Simulation und Robotik
Advanced introduction to C++, scientific computing and machine learning
Complex Adaptive Dynamical Systems

Wie ist das Arbeitsumfeld als Student?

Unsere Arbeitsgruppe besteht aus sehr motivierten Mitmenschen mit internationaler Herkunft. Daher findet unsere Kommunikation in der Regel auf englisch statt. In der Arbeitsgruppe wird Wert auf eigenständiges Arbeiten gelegt und die Entwicklung eigener Ideen. Dabei besteht wöchentlicher Austausch mit international renommierten Kollaborateuren und Supervisoren. Wer intrinsische Motivation besitzt und kreativ arbeiten möchte, ist bei uns auf jeden Fall an der richtigen Stelle.

Was sind aktuelle Bachelor- und Masterarbeitsthemen in Ihrer Arbeitsgruppe?

Modellierung von Sakkaden unter Berücksichtigung der corticalen Magnifikation
Die Rolle von Active Efficient Coding auf die Wahrnehmung von Symmetrien
Ausnutzen von chromatischer Aberration im menschlichen Auge zum Lernen von Fokussierung
Implementierung auditiver Wahrnehmung in MIMo
Lernen basaler Fortbewegung mit MIMo
Intrinsische Motivation und Schmerzwahrnehmung in MIMo
Entwicklung des binokularen Sehens via Active Efficient Coding und chromatischer Aberration

Stand: 05/2024