

*Friedrich-Schiller-Universität Jena*  
*Physikalisch-Astronomische Fakultät*

**Fortgeschrittenenpraktikum Physik**

Leiter: Dr. Bernd Schröter

Technische Mitarbeiter: Dipl.-Phys. Barbara Lüdge  
Dipl.-Ing. Frank Perner

Verantwortlicher  
Hochschullehrer Prof. Dr. Torsten Fritz



Postadresse: Friedrich - Schiller - Universität Jena  
Physikalisch-Astronomische Fakultät  
Fortgeschrittenenpraktikum  
Max-Wien-Platz 1  
D-07743 JENA

Telefon: **(03641) 9 47 040**

Fax: (03641) 9 47 412

E-Mail: **physik.f-praktikum@uni-jena.de**

Internet: **<http://www.physik.uni-jena.de/~fpraktik/>**

Standort: Max-Wien-Platz 1, 1.Etage, Nord-Ostseite.  
Kernpraktikum: Helmholtzweg 3, Haus 3, Erdgeschoss.

## Praktikumsdurchführung

Das Physikalische Fortgeschrittenenpraktikum umfasst derzeit etwa **25 Versuche**, die auf **8 Fachgebiete/Themenkomplexe** verteilt sind (siehe Webseite oder Aushänge im F-Praktikum).

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, einen oder zwei Versuche alternativ aus Zusatzangeboten auszuwählen und anstelle eines *Standard*-Versuches zu bearbeiten:

- (1) Ein Versuch aus einer Reihe von neu entwickelten Experimenten insbesondere der Festkörperphysik
- (2) Ein Versuch zum Erlernen und Anwenden von Programmierkenntnissen auf dem Gebiet Computational Physics.

Zur Datenerfassung, Datenauswertung oder Simulation stehen Rechner an den Versuchsplätzen sowie Auswerterechner mit spezieller oder Standard-Software zur Verfügung. Diese Auswerte-Rechner können Sie nur mit Ihrem persönlichen **Account für den PAF-Pool unserer Fakultät** benutzen. Melden Sie sich bitte rechtzeitig dort an.

Das Arbeiten im Praktikum setzt die Einhaltung der **Arbeits- und Brandschutz-Bestimmungen** voraus. Sie müssen die Teilnahme an den vorgeschriebenen Arbeitsschutzbelehrungen (Semester-Einführungsveranstaltung) sowie an den Sonderbelehrungen jeweils zu Laser-, Röntgen- bzw. Kernstrahlungsversuchen vor Beginn des Praktikums bzw. des Versuches durch Ihre Unterschrift bestätigen.

Zwei Studenten bilden eine feste Praktikumsgruppe zur Bearbeitung der Versuche. Die Versuchsdauer beträgt für BSc Physik Studenten in der Regel **6 Nachmittage**. Jede Versuchsgruppe durchläuft nacheinander die Versuchskomplexe und bearbeitet **einen Versuch aus dem jeweiligen Komplex**. Der betreuende Assistent wird die Aufgabenstellung konkretisieren und kann sie modifizieren. Wenn ausreichend Zeit und Versuchsplätze vorhanden sind, können auch zusätzliche Aufgaben aus dem jeweiligen Komplex bearbeitet werden.

Die Bearbeitung der Versuche erfolgt weitgehend selbständig. Der Betreuer berät, gibt Hinweise, soweit dies notwendig und sinnvoll ist, und bewertet Ihre Leistungen zum Praktikumsversuch in mündlichen oder schriftlichen Testaten.

**Versuchszeiten siehe aktuelle Webseite des Fortgeschrittenenpraktikums**

Dauer des Fortgeschrittenenpraktikums:

|                            |                                 |
|----------------------------|---------------------------------|
| Bachelor of Science Physik | 2 Semester (8 SWS)              |
| Lehramt Gymnasium          | 1 Semester (4 SWS / 3 Versuche) |

## Zeitlicher Ablauf eines Praktikumversuches

- Übernahme der **Versuchsanleitung** in der Regel 1 Woche vor Versuchsbeginn

### ***Am ersten Versuchstag:***

- Die **Studenten sind vorbereitet**. Sie überprüfen die Vollständigkeit der Geräte. Es erfolgt eine Eingangsbesprechung mit dem Betreuer über Versuchsziele und -inhalt; gegebenenfalls erfolgt ein **Antestat** (mündlich oder schriftlich). Ungenügende Versuchsvorbereitung wird entsprechend bewertet.

### ***An allen Versuchstagen:***

- Während der Versuchsdurchführung ist ein **handschriftliches Protokoll** zu führen! Empfohlen wird, die Zeit als Markierungspunkt zu vermerken. Eine parallele Übertragung der Messwerte auf einen Laptop/PC kann sinnvoll sein, um schnell zu Zwischenergebnissen zu gelangen, darf aber die Experimente nicht behindern.
- **Zwischenauswertungen** und grafische Darstellungen der Messwerte (von einem Praktikumstag zum nächsten) sind notwendig, um die Versuchsdurchführung zu optimieren und sollen regelmäßig mit dem Betreuer diskutiert werden.
- **Am Ende eines Versuchstages:** Protokoll und Messdaten vom Betreuer gegenzeichnen lassen. Versuch abschalten: alle Medien, Strom, Wasser, Rechner etc, Fenster verschließen. Am Dienstag ist der Versuchsplatz für die Versuchsgruppe eines anderen Praktikumsdurchganges aufzuräumen (Ausnahmen nennt Ihnen Ihr Betreuer). Dienstags sind alle Stühle auf die Tische zu schieben (Reinigung).
- **Am vorletzten Versuchstag** erfolgt ein **schriftliches Testat** zu inhaltlichen Fragen des Versuchs und Fachgebietes (30-60 min am Beginn oder Ende des Praktikumsnachmittages).

### ***Am letzten Versuchstag:***

- Die Experimente werden abgeschlossen. Es erfolgt eine **Diskussion mit dem Betreuer** über:  
Ergebnisse des schriftlichen Testats (wird bewertet), die Versuchsergebnisse, (Ihre) Fragen zu Auswertung und Interpretation, aufgetretene technische Probleme.  
**Für den neuen Versuch ist die Anleitung abzuholen, für den abgeschlossenen die entsprechende Anleitung zurückzugeben!**

Die Studenten einer Versuchsgruppe können eine gemeinsame oder zwei getrennte Versuchsausarbeitungen abgeben.

Die **Abgabe** der vollständigen Versuchsausarbeitung sollte vor Beginn des nächsten Versuches erfolgen.

### **ACHTUNG:**

**Wird die Versuchsausarbeitung innerhalb von zwei Wochen nach dem letzten Versuchstag nicht abgegeben, wird der Versuch insgesamt mit 5 (ungenügend) bewertet!!**

Für Versuchsausarbeitungen, die mittels Rechner erstellt wurden, sind **zusätzlich zum gedruckten Exemplar auch die entsprechende pdf-Datei abzugeben.**

Der Dateiname soll die Kurzbezeichnung des Versuches und Ihre Namen enthalten, z.B., **STM\_Mustermann\_Musterfrau2011.pdf.**

Zur Diskussion Ihrer bewerteten Versuchsausarbeitung setzen Sie sich bitte an einem der nachfolgenden Praktikumstermine mit dem betreffenden Versuchsbetreuer in Verbindung.

***Es ist nicht gestattet, die Versuchsausarbeitung, die Anleitung oder Teile aus diesen ohne Genehmigung der Praktikumsleitung im Internet zu veröffentlichen!***

### **Bewertung:**

Zu jedem Versuch erhalten Sie 3 Bewertungsnoten, die mit gleichem Gewicht die Gesamt-**Versuchsnote** ergeben:

1. **Experimentelle Arbeitsweise** (einschl. Vorbereitung und Versuchsdurchführung)
2. **Schriftliches Testat** (spätestens am vorletzten Versuchstag) und anschließendes Gespräch mit dem Betreuer (am letzten Versuchstag)
3. Güte der **Versuchsausarbeitung inkl. Protokollführung.**

Die erfolgreiche Durchführung des Praktikums wird mit einem **Modulzeugnis und mit 20 Leistungspunkten** (BSc Physik) bzw 5 Leistungspunkten (LAG) bestätigt.

**Voraussetzung ist, dass nicht mehr als einer der 8 Versuche insgesamt (=Versuchsnote) mit der Note 5 (ungenügend) bewertet wurde.**

→ **Modulkatalog:** [www.physik.uni-jena.de/ordnungen/modulkatalog.pdf](http://www.physik.uni-jena.de/ordnungen/modulkatalog.pdf)

## Hinweise zur Versuchsausarbeitung

- Die Versuchsausarbeitung beginnt mit einem **offiziellen Deckblatt**, das Sie im Praktikum erhalten (download von Webseite) und sollte in der Regel 15-20 Seiten umfassen. Mehr als 20 Seiten muss der Betreuer nicht akzeptieren.
- Die Versuchsausarbeitung kann **handschriftlich abgegeben werden, sollte aber bevorzugt mit dem PC** und entsprechender Formatierung und Gliederung erstellt werden.
- **Bilder, Gleichungen und Tabellen sind im Text einzufügen. Bilder und Tabellen sollen aussagefähige Unterschriften (einschl. eventueller Referenzangaben) erhalten.** Gleichungen, Bilder, Tabellen und Referenzen (Literatur, Internet) werden fortlaufend nummeriert.
- **Alle verwendeten Quellen** (Literatur, Internet-Adressen usw.) müssen für den Leser nachvollziehbar angegeben werden. Für alle entsprechenden Inhalte (Grundlagen, Zitate, Abbildungen, Daten usw.) müssen die Referenzen fortlaufend im Text nummeriert und im Gliederungspunkt „Referenzen“ aufgelistet werden.
- **Handschriftliche Protokolle, Messwertaufzeichnungen, Schreiberausdrucke, Filme, Datenträger usw. sind Bestandteil der Versuchsausarbeitung und müssen als Anhang des gedruckten Exemplares mit abgegeben werden.**

### *Typische Gliederung einer Versuchsausarbeitung:*

#### 1. Aufgabenstellung

#### 2. (Theoretische oder experimentelle) Grundlagen

Die für den Versuch wesentlichen Grundlagen, Gleichungen bzw. Ableitungen sind darzustellen (maximal 5 Seiten).

#### 3. Versuchsaufbau und -durchführung (Experimentelles)

Prinzipdarstellungen, Versuchsanordnung, Geräte, Vorgehensweise, Schaltpläne.

#### 4. Messergebnisse (gemäß handschriftlichem Protokoll) und Auswertung

Tabellen mit gemessenen und berechneten Werten, Abbildungen, Diagramme usw. mit Unterschriften sowie Vorgehensweise, Kommentare, Fehlerrechnung.

#### 5. (4.) Diskussion (je nach Art der Aufgaben auch zusammen mit Punkt 4 Auswertung)

Diskussion der Meßergebnisse, Diagramme, Fehlerquellen usw. aus physikalischer Sicht, Vergleich mit der Literatur und theoretischen Werten usw.

#### 6. Zusammenfassung (Abstract)

Etwa 1/2 Seite, wichtige Ergebnisse entsprechend Zielstellung, Vorschläge usw.

#### 7. Referenzen/Literaturverzeichnis

Nummerierung entsprechend der Zitate im Text: Autor/Titel/Jahr, Webadresse

#### 8. Anhang

Handschriftl. Protokolle, Messwertaufzeichnungen, Schreiberausdrucke, Filme...

## Zum Umgang mit Rechentechnik

- Die Konfiguration der Rechner darf nicht verändert werden
- Auf den Rechnern des F-Praktikums dürfen mitgebrachte Programme nicht installiert und benutzt werden!
- Auftretende Probleme melden Sie Ihrem betreuenden Assistenten.
- Die Auswerte-Rechner im Vorraum des Praktikums können Sie nur mit einem gültigen persönlichen **Account für den Computerpool der Fakultät (PAFPOOL, Helmholtzweg 4)** benutzen!
- Ihre fertigen Versuchsausarbeitungen speichern Sie als pdf-Datei auf einem vorgegebenen PC im F-Praktikum im Verzeichnis „FP-Protokolle“.
- Sie können Ihre Notebooks mitbringen sowie eigene Programme für die Datenauswertung erstellen oder nutzen.
- Der Transfer von Messwerten beispielsweise auf die Auswerterechner im Praktikum bzw. Ihr PAFPOOL-Verzeichnis kann mit **USB-Sticks** bzw. Speicherkarten (in Einzelfällen Disketten) erfolgen.
- **Auf den Rechnern an den Versuchsplätzen speichern Sie Ihre Messwerte unbedingt in einem separaten Verzeichnis: Ordnername (= Ihre Namen) im USER-Verzeichnis in der Regel auf Laufwerk D !**  
**Die Messdateien dienen dem Betreuer zur Kontrolle und sollen am Ende des Versuches nicht gelöscht werden.**

## **Proseminar zum F-Praktikum (Pflichtmodul: 4LP):**

→ **Modulkatalog: [www.physik.uni-jena.de/ordnungen/modulkatalog.pdf](http://www.physik.uni-jena.de/ordnungen/modulkatalog.pdf)**

(in der Regel: Dienstags 12:15 – 13:45, Hörsaal 2 Helmholtzweg)

Jede/r Physik-Student/in hält im Laufe des zweisemestrigen Praktikums einen Vortrag (15-20min und 5min Diskussion) **zu Fragen der experimentellen Physik eines selbst durchgeführten Praktikumsversuches**. Das Thema kann jeder rechtzeitig aus einer Vortragsliste wählen

**Die Betreuer (siehe Vortragsliste) beraten Sie bei der Vortragsvorbereitung.** Vereinbaren Sie rechtzeitig einen Gesprächstermin, wenn Sie die inhaltliche Gliederung Ihres Vortrages vorbereitet haben.

Die Inhalte von thematisch zusammen gehörenden Vorträgen müssen Sie mit Ihren Kommilitonen selbständig abstimmen.

Neben dem physikalischen Inhalt werden auch Form, Vortragstil und didaktische Qualität des Vortrages bewertet.

**Ziel Ihres Vortrages soll sein, Ihren Kommilitonen eine inhaltlich anspruchsvolle, interessante aber auch verständliche Einführung in ein (in der Regel) neues Fachgebiet zu geben.**

**Lernziel für alle Seminarteilnehmer soll sein, sich die grundsätzlichen Inhalte der in den Vorträgen behandelten Themen anzueignen.**

Wir empfehlen den Vortragenden, eine geeignete Software zur Präsentationserstellung zu verwenden. Sie können den Beamer im Hörsaal zusammen mit dem Notebook des F-Praktikums verwenden. Ihre Vortragsdatei müssen Sie rechtzeitig auf unser Notebook kopieren (spätestens am Vortragstag zwischen 10 und 11 Uhr im F-Praktikum, besser am Vortag!).

|  |   |
|--|---|
| Modulnummer  | 128.2140  |
| Modulbezeichnung:  | Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum   |
| Modulverantwortliche(r):   | Prof. Dr. T. Fritz  |
| Dozent(in):  | Dr. B. Schröter   |
| Sprache:   | Deutsch   |
| Zuordnung zu den Studiengängen   | Pflichtmodul für den Studiengang BSc Physik im 5. und 6. Semester   |
| Lehrform / SWS:  | Praktikum: 16 SWS über zwei Semester verteilt   |
| Arbeitsaufwand:  | <u>Präsenzstunden:</u> Praktikum: 240<br><u>Selbststudium:</u> Versuchsvorbereitung: 160<br>Versuchsauswertung/Ausarbeitung: 200<br><u>Gesamtarbeitsaufwand:</u> 600 Stunden  |
| Leistungspunkte:   | 20  |
| Voraussetzungen:   | Module Grundpraktikum, Experimentalphysik I und II sowie Physik der Materie I und II  |
| Lernziele / Kompetenzen:   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Selbständige Einarbeitung in eine spezielle physikalische Fragestellung.</li> <li>– Selbständige Erarbeitung experimenteller Kenntnisse und Fertigkeiten auf verschiedenen Teilgebieten der Physik.</li> <li>– Kenntnis wichtiger physikalischer Experimentiertechniken.</li> <li>– Fähigkeiten zum selbständigen Experimentieren: Versuchsplanung, Aufbau von Messanordnungen, Messung, Protokollierung, rechnergestützte Datenerfassung und Datenauswertung, Ergebnisdarstellung.</li> </ul> |
| Inhalt:  | Planung, Durchführung, Protokollierung, Auswertung und Interpretation physikalischer Experimente aus unterschiedlichen Teilgebieten der Physik:<br>Optik, Atom- und Molekülphysik, Laserphysik, Festkörper- und Tieftemperaturphysik, Röntgenphysik, Kernphysik, elektronische Messtechnik, Nanostrukturen/Analyse.   |
| Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung (Prüfungsvorleistungen) | Erfolgreicher Abschluss von 8 Praktikumsversuchen einschließlich der dazugehörigen Prüfungen und schriftlichen Ausarbeitungen.<br>Maximal ein Versuch mit der Note „ungenügend“   |
| Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform):       | Die Versuchsnoten ergeben sich aus jeweils 3 Teilnoten: Versuchsvorbereitung und -durchführung, schriftliches Testat, schriftliche Ausarbeitung.<br>Die Modulnote ergibt sich aus dem Mittelwert der Versuchsnoten  |
| Medienformen:  | Physikalische Experimente, Mess- und Datenverarbeitungstechnik, rechnergestützte Ausarbeitungen   |
| Literatur:   | Versuchsanleitungen, Lehrbücher der Experimentalphysik von Bergmann/Schaefer, Demtröder, Gerthsen und Spezialliteratur  |

|  |  |
|--|--|
| Modulnummer  | 128.2150   |
| Modulbezeichnung:  | Seminar zum physikalischen Fortgeschrittenenpraktikum  |
| Modulverantwortliche(r):   | Prof. Dr. T. Fritz   |
| Dozent(in):  | Dr. B. Schröter  |
| Sprache:   | Deutsch  |
| Zuordnung zu den Studiengängen   | Pflichtmodul für den Studiengang BSc Physik im 5. und 6. Semester  |
| Lehrform / SWS:  | Seminar: 4 SWS über zwei Semester verteilt   |
| Arbeitsaufwand:  | <u>Präsenzstunden:</u> Seminar: 60<br><u>Selbststudium:</u> einschl. Präsentationsvorbereitung: 60<br><u>Gesamtarbeitsaufwand:</u> 120 Stunden   |
| Leistungspunkte:   | 4  |
| Voraussetzungen:   | Module Experimentalphysik und Physik der Materie, Belegung des Moduls Physik. Fortgeschrittenenpraktikum   |
| Lernziele / Kompetenzen:   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Selbständige Einarbeitung in eine spezielle physikalische Fragestellung</li> <li>- Selbständiges Suchen der Informationen</li> <li>- Didaktische und technische Vorbereitung einer wissenschaftlichen Präsentation</li> <li>- Nutzung elektronischer Präsentationstechniken</li> <li>- Erfassen der physikalischen Inhalte von Vorträgen, Teilnahme an wissenschaftlichen Diskussionen</li> </ul> |
| Inhalt:  | Seminarvorträge von Studenten zu ausgewählten Themen der Experimentalphysik und zu Versuchen des physikalischen Fortgeschrittenenpraktikums  |
| Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung (Prüfungsvorleistungen) | Regelmäßige Teilnahme am Seminar.  |
| Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform):       | Eigene Präsentation.<br>Die Modulnote ergibt sich aus der Note für den Vortrag.<br>(Wird zu Beginn des Semesters eine Leistungskontrolle angekündigt oder wurde diese bereits in vorangegangenen Semestern absolviert, geht die erreichte Note mit einem Gewicht von 0,5 in die Modulnote ein.)  |
| Medienformen:  | Präsentation, computergestützte Projektion   |
| Literatur:   | Lehrbücher der Experimentalphysik von Bergmann/Schaefer, Demtröder, Gerthsen   |

|  |   |
|--|---|
| Modulnummer  | 128.101LAG  |
| Modultitel   | <b>Fortgeschrittenenpraktikum für Lehramtstudenten</b>  |
| Modul-Verantwortlicher   | Prof. Dr. C. Ronning  |
| Voraussetzung  | Module Grundkurs Experimentalphysik II, Grundpraktikum Experimentalphysik I und II, Grundkurs Physik der Materie I  |
| Verwendbarkeit (Voraussetzung wofür)   |   |
| Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht-, Wahlmodul)   | Pflichtmodul für Physik-Lehramtstudenten (Gymnasium)  |
| Häufigkeit des Angebots (Zyklus)   | Jedes Semester  |
| Dauer des Moduls   | maximal 2 Semester <sup>1</sup>   |
| Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (VL, Ü, S, Praktikum)  | 4 SWS Praktikum   |
| Leistungspunkte (ECTS credits)   | <b>5</b>  |
| Arbeitsaufwand (work load) in:<br>- Präsenzstunden und<br>- Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitung) in h | 60<br>Versuchsvorbereitung: 40<br>Versuchsauswertung/Ausarbeitung: 50   |
| Inhalte  | Planung, Durchführung, Protokollierung, Auswertung und Interpretation physikalischer Experimente aus unterschiedlichen Teilgebieten der Physik:<br>Optik, Atom- und Molekülphysik, Laserphysik, Festkörper- und Tieftemperaturphysik, Röntgenphysik, Kernphysik, elektronische Messtechnik, Nanostrukturen/Analyse.   |
| Lern- und Qualifikationsziele  | - Selbständige Einarbeitung in eine spezielle physikalische Fragestellung.<br>- Selbständige Erarbeitung experimenteller Kenntnisse und Fertigkeiten auf verschiedenen Teilgebieten der Physik.<br>- Kenntnis wichtiger physikalischer Experimentiertechniken.<br>- Fähigkeiten zum selbständigen Experimentieren: Versuchsplanung, Aufbau von Messanordnungen, Messung, Protokollierung, rechnergestützte Datenerfassung und Datenauswertung, Ergebnisdarstellung. |
| Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung   | Erfolgreicher Abschluss von 3 Praktikumsversuchen einschließlich der dazugehörigen Prüfungen und schriftlichen Ausarbeitungen.  |
| Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsformen); einschl. Notengewichtung in %             | Die Versuchsnoten ergeben sich aus jeweils 3 Teilnoten: Versuchsvorbereitung und -durchführung, schriftliche Prüfung, schriftliche Ausarbeitung.<br>Die Modulnote ergibt sich aus dem Mittelwert der Versuchsnoten  |
| Zusätzliche Informationen zum Modul  | Die Note dieses Moduls geht mit dem Gewicht 2 in die Fachendnote Physik ein.  |
| Empfohlene Literatur   | Versuchsanleitungen, Lehrbücher der Experimentalphysik von Bergmann/Schaefer, Demtröder, Gerthsen und Spezialliteratur  |

<sup>1</sup> Es wird empfohlen, die geforderten drei Versuche in einem Semester zu absolvieren.