

Jürgen Durst

Sicherheitsunterweisung und Einführung zum Fortgeschrittenenpraktikum I in Experimentalphysik – FP-I-O

07. Februar 2025
16:15 Uhr

juergen.durst@physik.uni-muenchen.de





- Ziele des Praktikums
- Lasersicherheitsunterweisung
- Allgemeine Sicherheitsunterweisung
- Ablauf des P3-Praktikums
- Bewertung und Bestehenskriterien
- Organisatorisches
- Gruppeneinteilung



- Bachelor Physik
- Bachelor Physik Plus Astronomie
- LAG Physik
- Bachelor Mathematik/Informatik/
Statistik/Geographie mit NF
Experimentalphysik (FP-I-A oder FP-I-O)

Gültigkeit hat stets der aktuelle Studienplan!



- **Bachelorarbeit / Staatsexamensarbeit**

- **„Forschungsorientiertes Praktikum“ (FP II)**

- semesterbegleitend (*Dr. Martin Benoit*)

- **Fortgeschrittenen-Praktikum (FP I)**

- FP-I-A: Atom- und Molekülphysik – FP 1 (Teil A)
(zu E4, im Block nach 4. Semester)
 - FP-I-O: Optik – FP 1 (Teil B)
(zu E3, im Block nach 5. Semester, evtl. 3. Semester falls GP bestanden)

- **Grundpraktikum (GP)**

- P1 und P2 im Block (empfohlen nach E1 bzw. E2)

Selbständigkeit
Fachlicher Anspruch

- **Wahlpraktika**

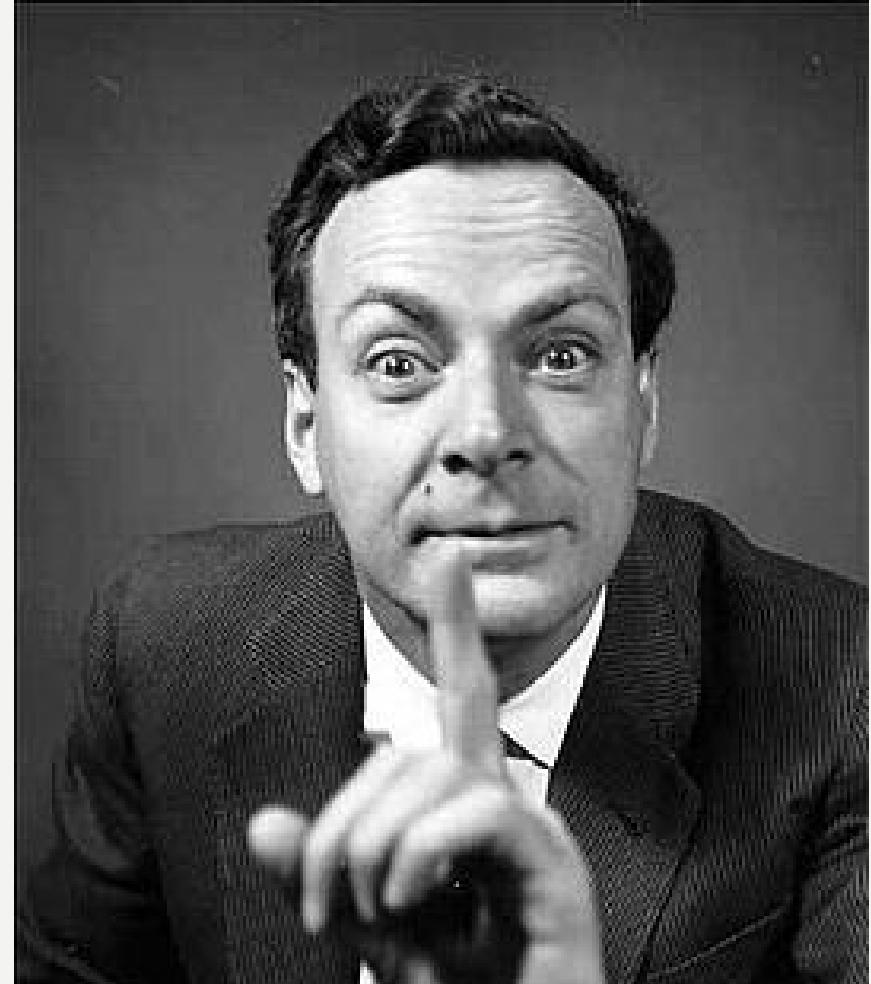
- Physikalisches Projektpraktikum
(5. oder 3. Semester)
Voraussetzung: GP



- Veranschaulichung ...
- Methodenkompetenzen:
 - Experimentieren
 - Dokumentieren
 - Analysieren
- Stärkung der Sorgfaltsdisziplinen
- Und außerdem:

"Das Experiment ist der einzige Richter über wissenschaftliche Wahrheit"

R. Feynman





Experimentieren

- Grundlegende physikalische und technische Ideen verstehen
- Beschreibung des Experiments
- Wichtige Messgeräte erläutern und anwenden
- Praktische Schwierigkeiten kennen lernen
- Aneignen grundlegender Fertigkeiten beim Aufbau optischer Experimente
- Sicherheitsaspekte berücksichtigen

"Ich höre und ich vergesse,
ich sehe und ich erinnere mich,
ich tue und ich verstehe"

Konfuzius



Auswerten

- Datenanalyse und Schlussfolgerungen (Umgang mit Messwerten)
- Qualität der Messdaten abschätzen (Fehlerrechnung, Güte des Experiments und des Experimentierens)
- Statistische Methoden anwenden (Mittelwertbildung, nichtlineare Anpassung)
- Computer-Analyse-Programme nutzen
- Messdaten mit Vorhersagen vergleichen (Diskussion des Experiments)



Dokumentieren

- Laborbuch führen
- kurz
- vollständig
- strukturiert

{}

Reproduzierbarkeit!

Wissenschaft heißt u. a. publizieren!



Sorgfaltsdisziplinen

- Einüben guter wissenschaftlicher Praxis
- Sorgfalt
- Sauberkeit
- Ordnung
- Gewissenhaftigkeit
- Hilfsbereitschaft
- Ehrlichkeit
- Pünktlichkeit
- Verantwortungsbewusstsein
- aber auch Interesse und Selbstlernkompetenz



- Empfehlung der Konferenz der Fachbereiche Physik!
- Wissenschaftliche und wissenschaftsethische Standards:
 - Umgang mit Daten:
 - „In jedem Fall ist es unstatthaft, Daten zu verfälschen, das heißt, sie in betrügerischer Absicht so zu manipulieren oder in einen anderen Zusammenhang zu stellen, dass sie für ein erwünschtes Ergebnis passend gemacht werden. Eine besonders grobe Fälschung stellt es dar, Daten zu erfinden oder relevante Daten zu unterdrücken.“
 - „[...] Wenn Datenpunkte oder Datensätze verschieden gewichtet oder gar ganz verworfen werden, darf dies nur aus wissenschaftlich begründeten Gesichtspunkten geschehen und muss dokumentiert werden.“
 - Dokumentation:
 - „Die wissenschaftlichen Primärdaten sowie die Umstände und Verfahren (also z.B. Parameter des Versuchsaufbaus oder Computerprogramme), mittels derer diese erzeugt oder weiterverarbeitet wurden, müssen so dokumentiert und archiviert werden, dass nachvollzogen werden kann, wie daraus die wissenschaftlichen Ergebnisse abgeleitet wurden, die in der Qualifikationsschrift präsentiert werden.“



- Empfehlung der Konferenz der Fachbereiche Physik!
- Wissenschaftliche und wissenschaftsethische Standards:
 - Darstellung wissenschaftlicher Ergebnisse:
 - „In einer Qualifikationsschrift muss klar erkennbar sein, worin der originäre Beitrag des Autors besteht und wo er auf Gedanken und Ergebnisse anderer zurückgreift oder fachspezifisches Allgemeinwissen referiert. Wo Passagen anderer Autoren wörtlich oder sinngemäß übernommen werden, aber auch wo fremde Gedanken, Konzepte oder Resultate aufgegriffen werden, muss dies offengelegt und belegt werden. Dies gilt für die gesamte Qualifikationsarbeit, einschließlich möglicher einleitender oder hinführender Teile.“

Im Praktikum gilt:
Plagiat/Fälschung
→ gesamtes Praktikum nicht bestanden!



- Klassifikation von Lasereinrichtungen
- Gefahren durch Laserstrahlung
- **Schutzbrille/Justierbrille**
- **Handschuhe**
- Vor Betreten des Raumes:
Hinweisschilder beachten, anklopfen
- **Metallische Reflexionen vermeiden!**
 - Schmuck (Uhren/Ringe/Kette) ablegen!
 - Kugelschreiberspitze!
- **Kein Alkohol/Drogen-Einfluss**
- **Keine reaktionszeitverzögernde Medikamente**
- Jeweils zu Versuchsbeginn Einweisung in die Gefahren durch Laserstrahlung des jeweiligen Versuchs und örtliche Gegebenheiten





4. Februar 2016

1 Klassifikation von Lasereinrichtungen

Lasergeräte werden entsprechend der schädlichen biologischen Wirkung von Laserstrahlung in Klassen eingeteilt. Maßgeblich für die Laserklassen ist dabei die Definition von Grenzwerten, bei denen keine Schädigung zu erwarten ist.

Laser-klasse	Potentielle Gefahren / Bedeutung	Wellen-länge [nm]	Strahlungsgrenzwert (GZS)* Grenzwert Zugänglicher Strahlung
1	Augensicher auch bei längerer (absichtlicher) Bestrahlung, auch bei Verkleinerung des Strahlquerschnitts durch optische Instrumente (z. B. Linsen). Oft Gekapselte Laser höherer Leistung. Durch die vollkommene Einhausung wird ein Austritt von Strahlung verhindert.	alle	40 µW im blauen Spektralbereich, 400 µW im roten Spektralbereich (Messblenden** für Linsen) Kein Strahlausritt.
1C	ausdrücklich für die Kontakt-Anwendung mit Haut/Gewebe, mit Ausnahme der Augen, entwickelte Laseranwendungen, Augengefährdung durch konstruktive Maßnahmen verhindert, möglicher Hautschaden (Anwendung: kosmetische und therapeutische Hautbehandlung)	alle	Wie Klasse 1, bei Kontakt mit einer diffus streuenden weißen Oberfläche
1M	Augensicher für das freie Auge, auch bei längerer (absichtlicher) Bestrahlung; möglicher Augenschaden bei Bestrahlung mit Lupen oder Ferngläsern (M - magnifying)	302,5 - 4000	Wie Klasse 1, aber Messblende** für freies Auge
2	Sichtbare Laserstrahlung, sicher über den Lidschlüpfreflex innerhalb 0,25 s, auch bei Bestrahlung mit Lupen oder Ferngläsern	400 - 700	1 mW (Messblenden** für Linsen)
2M	Sichtbare Laserstrahlung, sicher über den Lidschlüpfreflex innerhalb 0,25 s und ohne optische Instrumente, möglicher Augenschaden bei Bestrahlung mit Linsen	400 - 700	Wie Klasse 2, aber Messblende** für das freie Auge (max. 1 mW auf der Netzhaut)
3R	Praktisch keine Gefahr für Augen bei kurzzeitiger Bestrahlung; Gefahr bei unsachgemäßer Verwendung durch nicht eingewiesenes Personal (R - relaxed)	180 - 10 ⁶	5-fache Klasse 2 sichtbar (5 mW) 5-fache Klasse 1 unsichtbar
3B	Gefahr für Augen durch den direkten Strahl und spiegelnde Reflexionen, Möglichkeit für geringfügige Hautverletzung bei Leistungen nahe der Obergrenze	alle (> 315)	500 mW (niedriger im UV, 45 mW)
4	Gefahr für Augen durch direkten und diffus reflektierten Strahl, Gefahr für Haut, Brandgefahr	alle	nach oben offen

*) Die Grenzwerte gelten für kontinuierlich strahlende Laser. Für gepulste Laser gilt:

- Die Bestrahlung durch jeden Einzelimpuls einer Impulsfolge darf nicht den maximal zulässigen Bestrahlungswert (MZB-Wert) für einen Einzelimpuls überschreiten.
- Die mittlere Bestrahlungsstärke für eine Impulsfolge der Einwirkungsdauer T darf den MZB-Wert für einen Einzelimpuls der Einwirkungsdauer T nicht übersteigen.
- Die mittlere Bestrahlung durch Impulse innerhalb einer Impulsfolge darf den MZB-Wert des Einzelimpulses multipliziert mit dem Korrekturfaktor $N^{-\frac{1}{2}}$ nicht übersteigen.

**) Kreisförmige Blende (Durchmesser abhängig von der Wellenlänge und ob Auge oder Haut betroffen sind) über die die Strahlungsleistung gemittelt wird, um den Grenzwert zu bestimmen.



2 Gefahren durch Laserstrahlung

Maßgeblich bei nichtionisierender Strahlung, wie Laser-Strahlung, sind die thermische Leistung pro Fläche sowie die spezifischen wellenlängenabhängigen Absorptionseigenschaften des Gewebes (Haut sowie Retina, Hornhaut, Glaskörper und Linse des Auges).

2.1 Wirkung auf Haut und Auge

Spektralbereich	Wirkung auf Haut	Wirkung auf Auge
UV-C (180-280nm)	(< 1 mm Eindringtiefe) Erythem (Hautrötung) mit sekundärer Pigmentierung, beschleunigte Hautalterung, Hautkarzinom	(Absorption in der Hornhaut) Photokeratitis (Hornhautentzündung) Photokonjunktivitis (Bindegauzentzündung)
UV-B (280-315nm)	(~ mm Eindringtiefe) starke Pigmentierung (ohne Erythembildung)	(Absorption in der Augenlinse) Strahlenkatarakt (Grauer Star)
Sichtbare Strahlung (400-780nm)	(Eindringtiefe bestimmt durch Pigmentierung) photochemische Prozesse, thermische Hautschädigung	(Absorption in der Netzhaut) Photochemische und thermische Retinaschädigung
IR-A (780-1400nm)	(Eindringtiefe bestimmt durch Pigmentierung) thermische Hautschädigung	(Absorption im Glaskörper und in der Netzhaut) Strahlenkatarakt
IR-B (1400-3000nm)	(~ 1 mm Eindringtiefe) thermische Hautschädigung	(Absorption in der Augenlinse und im Glaskörper) Thermische Hornhaut- und Linsenschädigung, Katarakt
IR-C (3μm-1mm)	(< 1 mm Eindringtiefe) thermische Hautschädigung	(Absorption in der Hornhaut) Thermische Hornhautschädigung

Achtung: Die Haut und darunter liegendes Gewebe sind besonders im Bereich 1200 nm (Nahinfrarot) bis 700 nm (rot) teiltransparent, sodass hier tiefreichende Schädigungen auftreten können, deren Entstehung aufgrund dort nicht vorhandenen Wärmeempfindens oft nicht sofort bemerkt werden. Auch Netzhautschäden durch Laserstrahlung im Nahinfrarot werden oft nicht gleich bemerkt und erst durch spezielle ärztliche Augenuntersuchungen entdeckt.

Die Erfahrung zeigt, dass die meisten Verletzungen durch Laserstrahlung erst nach 24 bis 48 Stunden von der betroffenen Person gemeldet werden. Diese Zeit ist jedoch entscheidend für die Behandlung der Verletzung (Vernarbung der Netzhaut).

2.2 Sonstige Nebenwirkungen und Besonderheiten

In Lasereinrichtungen der Klasse 1 befinden sich oftmals Laser höherer Klassen, die durch verschiedene Maßnahmen in ihrer Leistung gedrosselt wurden. Vorsicht also beim Öffnen des Gehäuses bei Reparatur oder Wartung!

Die Strahlung von Lasereinrichtungen der Klassen 1M, 2M, 3R, 3B und 4 kann Zündquelle für explosionsfähige Atmosphären und brennbare Stoffe sein. Durch Einwirkung von Laserstrahlung können gesundheitsgefährdende Gase, Dämpfe, Stäube, Nebel, explosionsfähige Gemische oder Sekundärstrahlungen entstehen.

3 Schutzvorschriften und betriebliche Anweisungen

Verläuft der Laserstrahl von Lasereinrichtungen der Klassen 2 oder 2M im Arbeits- oder Verkehrsbereich, muss der Laserbereich deutlich gekennzeichnet sein. Der Laserbereich ist der Raum in dem Laserstrahlung vorliegt, außerhalb dessen also die mögliche Strahlung unter den Grenzwerten liegt.

Laserbereiche von Lasereinrichtungen der Klassen 3B oder 4 müssen während des Betriebs abgegrenzt (z. B. eigenes Zimmer, Vorhänge) und gekennzeichnet sein. Räume mit Lasereinrichtungen der Klasse 4 müssen an den Zugängen zu den Laserbereichen zusätzlich mit Warnleuchten versehen sein.

Es muss durch technische oder organisatorische Maßnahmen sichergestellt sein, dass eine Bestrahlung oberhalb der maximal zulässigen Grenzwerte, auch durch reflektierte oder gestreute Laserstrahlung, verhindert wird. In Laserbereichen der Klassen 3B oder 4 heißt das, dass zum Schutz der Augen oder der Haut geeignete Augenschutzgeräte, Schutzkleidung oder Schutzhandschuhe getragen werden müssen (siehe Kap. Benutzung von Körperschutzmitteln). Die Eingänge sollten mit extra Vorhängen ausgestattet sein, hinter denen man Schutzkleidung anlegen kann, bevor man den Raum betritt.



3.1 Verhalten im Laserbereich

3.1.1 Regeln für Personen, die nicht am Laser arbeiten

- Vor dem Betreten der Laserlabors anklopfen und Gefahrenquellen erfragen!
- Kopf nicht in Strahlhöhe bringen, d. h. Vorsicht beim Büicken oder beim Sitzen am PC oder Tisch!
- Kein unbefugtes Hantieren an Optiken oder Lasern!
- Grundsätzlich nie direkt in einen Laserstrahl blicken (egal welcher Klasse), auch nicht mit Laserschutzbrille/Laserjustierbrille!
- Geeignete Schutzbrillen tragen!

3.1.2 Regeln für Personen, die am Laser arbeiten

- Eintretende Personen warnen!
- Vor dem Einschalten von Lasern alle anwesenden Personen warnen! (ggf. Warnleuchten einschalten!)
- Arbeiten am Laser bzw. mit dem Laserstrahl ohne Schmuck wie z. B.: Uhr, Ring, Armkettchen, Gürtelschnalle ...
- Laserstrahlen so gut wie möglich auf den Experimentierbereich beschränken!
- Helfer vor Arbeitsbeginn über Gefahren aufklären!
- Grundsätzlich nie direkt in einen Laserstrahl blicken (egal welcher Klasse), auch nicht mit Laserschutzbrille/Laserjustierbrille!
- Geeignete Schutzbrillen tragen!

3.1.3 Benutzung von Körperschutzmitteln

- **Schutzbrillen:** Schützen vor Bestrahlung bestimmter Wellenlänge und Leistung (Kennzeichnung nach DIN EN 207). Sie sind sehr empfindlich und sehr teuer. Kratzer im Glas können bereits die Schutzwirkung herabsetzen und sollten unbedingt gemeldet werden. Achtung: Die Schutzwirkung ist bei direkter Bestrahlung mit Lasern hoher Intensität oft nur für eine begrenzte Zeit (von in der Regel 5 oder 10 Sekunden) gewährleistet.
- **Justierbrillen:** Werden zur Justage benötigt, da nur mit ihnen das Laserlicht auch gesehen werden kann. Bieten nur eingeschränkten Schutz (bei Bestrahlung kürzer als 0,25s)
- **Schutzkleidung oder Schutzhandschuhe**

3.2 Kontrolle baulicher und apparativer Schutzvorrichtungen

Die Schutzvorrichtungen sollten vor Einschalten der Lasereinrichtung auf ihre Funktion hin untersucht werden.

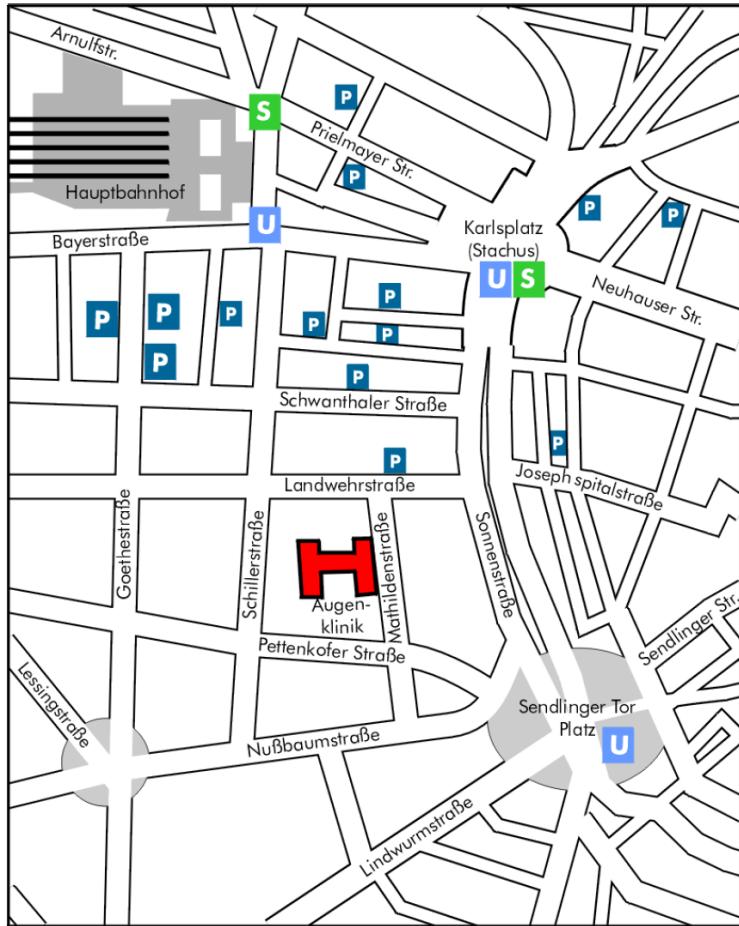
4 Verhalten im Schadensfall

Besteht Grund zu der Annahme, dass durch Laserstrahlung ein Augenschaden eingetreten ist, muss der Betroffene unverzüglich einem Augenarzt vorgestellt werden, um einer dauerhaften Verletzung entgegenzuwirken.

5 Betriebsanweisung

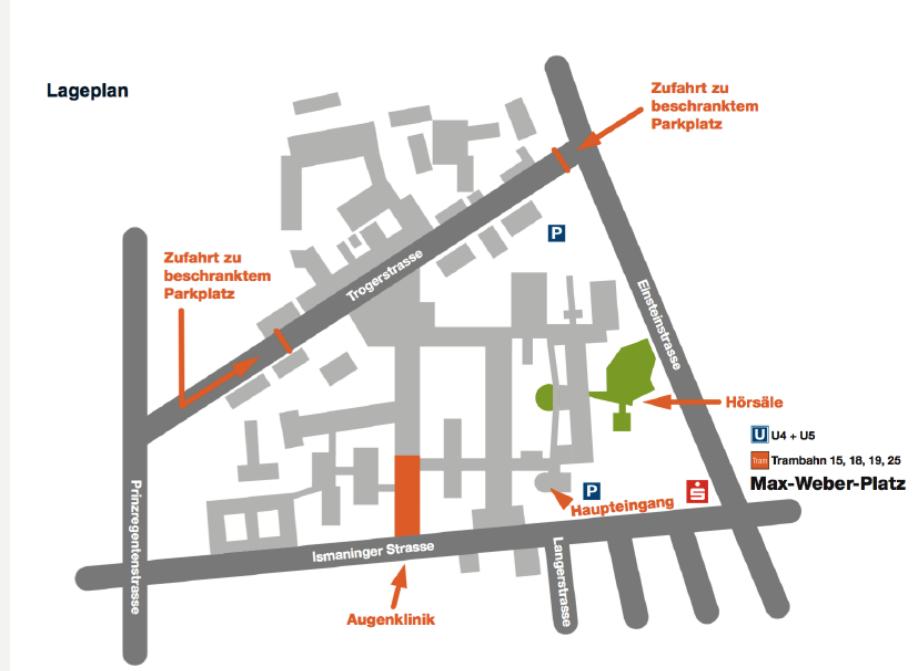
Die Betriebsanweisung ist zu beachten. Diese befindet sich an der Labortür.

6 Lageplan der Augenklinik



für FP-I-O in Freimann

6 Lageplan der Augenklinik



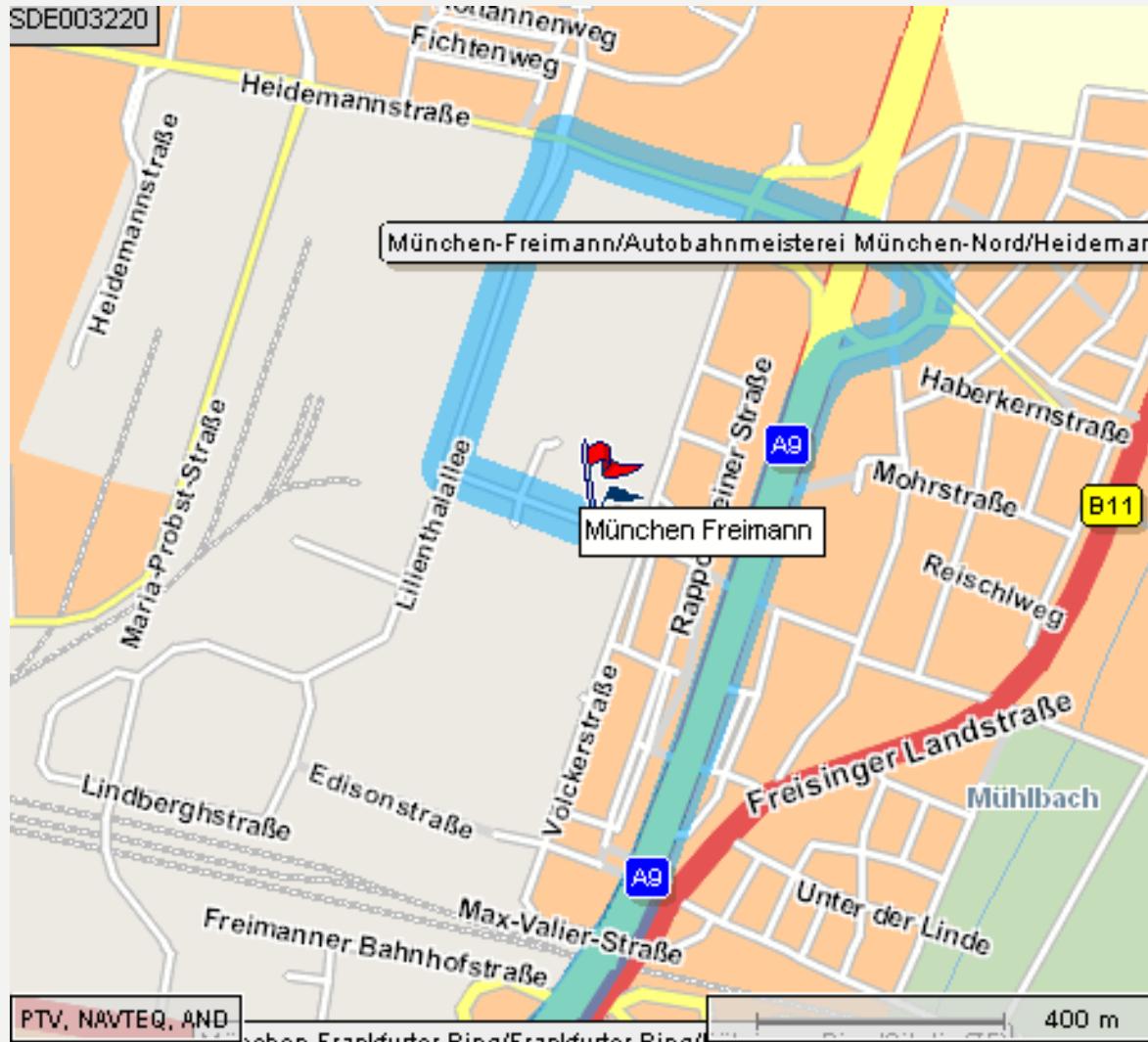
für FP-I-O an der Sternwarte (rechts der Isar)



- Klassifikation von Lasereinrichtungen
- Gefahren durch Laserstrahlung
- **Schutzbrille/Justierbrille**
- **Handschuhe**
- Vor Betreten des Raumes:
Hinweisschilder beachten, anklopfen
- **Metallische Reflexionen vermeiden!**
 - Schmuck (Uhren/Ringe/Kette) ablegen!
 - Kugelschreiberspitze!
- **Kein Alkohol/Drogen-Einfluss**
- **Keine reaktionszeitverzögernde Medikamente**
- Jeweils zu Versuchsbeginn Einweisung in die Gefahren durch Laserstrahlung des jeweiligen Versuchs und örtliche Gegebenheiten

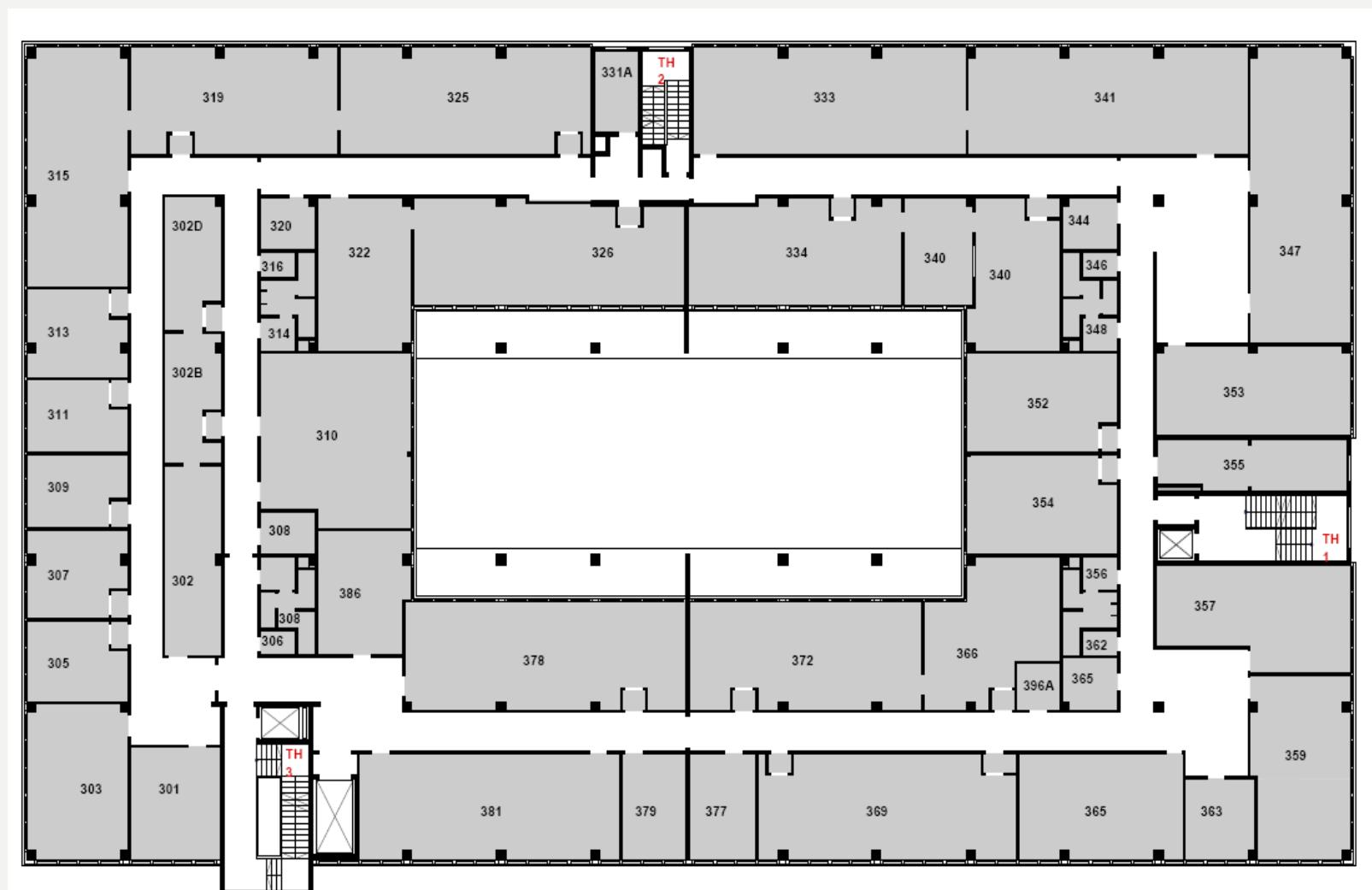


Umgebungskarte



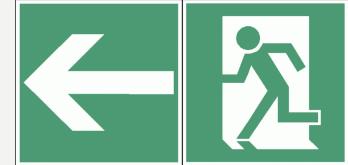


Lageplan





- **Sammelplatz:** Edmund-Rumpler-Str. 9
(nahe Hinterausgang des Gebäudes und oberes Parkdeck des Parkhauses)
- **Fluchtwiege:** Kennzeichnung beachten!
- **Gefahrstoffe:**
Ethanol; ... -> Betriebsanweisungen beachten!
- **Spritzflaschen:** Röhrchen nach Gebrauch über Flüssigkeitsspiegel (sofern möglich)
- **Ess- und Trinkverbot!**
→ Seminarraum (Zi. 381)
- „**Elefantenfüße**“ verwenden!



**Brandschutzordnung Teil A****Verhalten im Brandfall****Ruhe bewahren****Brand melden****In Sicherheit bringen**

Gefährdete Personen warnen

Hilflose in Sicherheit bringen

Türen schließen



Gekennzeichnetem Fluchtweg folgen

Keine Aufzüge benutzen

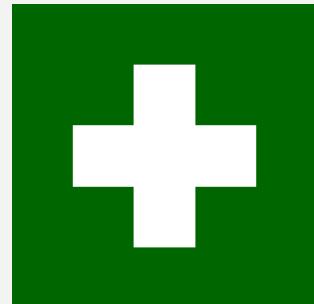
Auf Anweisungen achten

**Löscheinweis unternehmen**

Feuerlöscher benutzen



- **Feuerlöscher:** im Gang bzw. in den Räumen, Kennzeichnung beachten!
- **Erste-Hilfe-Kasten:**
im Flur: neben Zi. 333 und neben Zi. 363
- **Ersthelfer:**
 - Jeder! (StGB § 323c „Unterlassene Hilfeleistung“)
 - J. Durst (Tel.: 71379)
 - K. Jessen (Tel.: 71363)
 - H. Hoppe (Vertretung, Tel. 71340)
- **Notruf: 112**





- **Schutz bei Schwangerschaft:**

- Teilnahme am Praktikum in der Regel möglich,
- aber:
- Mutterschutzgesetz muss beachtet werden
- keine Teilnahme 6 Wochen vor Entbindung
- keine Teilnahme 8 Wochen nach Entbindung
- Ruhemöglichkeit auf Liege vorhanden
- → gemeinsames Ausfüllen und Besprechung einer individuellen Gefährdungsbeurteilung notwendig!
- → Vereinbaren Sie einen Termin
(vor Praktikumsbeginn FP-I-A / FP-I-O):
Telefon: 089/2180-71379
Email: juergen.durst@physik.uni-muenchen.de



- **1. Praktikumstag:**
 - Teilnehmer erscheinen 15-5 Minuten vor Versuchsstart im Wartebereich
 - Ort: Haupteingang Edmund-Rumpler-Str. 9
 - Bestätigung der Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung durch Unterschrift am Empfang des Registrierungsbereichs
- **Weitere Praktikumstage:**
 - Pünktliches Erscheinen vor dem Raum des eigenen Versuchs.
 - Empfehlung: 15 Minuten vor Versuchsstart, damit Sie bei unvorhergesehenen Anreiseproblemen noch pünktlich da sind.



- **Praktikumsleitung und Administration:**
 - Dr. Jürgen Durst (Raum 379, Telefon 089/2180-71379)
 - Wolfgang Winklmeier (Raum 340, Telefon 089/2180-71342)
- **Betreuungspersonal:**
 - Ihr Betreuer des jeweiligen Versuchstages
- **Erste Hilfe:**
 - Dr. Jürgen Durst (Raum 379)
 - Dr. Karsten Jessen (Raum 363)
 - Harald Hoppe (Vertretung, Raum 340)



LUDWIG-
MAXIMILIANS-
UNIVERSITÄT
MÜNCHEN





Auszug aus dem Modulhandbuch:

Modul: P 15 Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum I

Zuordnung zum Studiengang Bachelorstudiengang: Physik
(Bachelor of Science, B.Sc.)

Zugeordnete Modulteile

Lehrform	Veranstaltung (Pflicht)	Tur-nus	Präsenzzeit	Selbststu-dium	ECTS
Prakti-kum	P 15.1 Physikalisches Fortge-schrittenenpraktikum 1 (Teil A)	SoSe	30 h (2 SWS)	60 h	(3)
Prakti-kum	P 15.2 Physikalisches Fortge-schrittenenpraktikum 1 (Teil B)	WiSe	30 h (2 SWS)	60 h	(3)

Im Modul müssen insgesamt 6 ECTS-Punkte erworben werden. Die Präsenzzeit beträgt 4 Se-mesterwochenstunden. Inklusive Selbststudium sind etwa 180 Stunden aufzuwenden.

- **Präsenzzeit:** Durchführung der Versuche
- **Selbststudium:** intensive Vorbereitung incl. vollständigem Studium der Anleitung sowie zusätzlicher Fachliteratur, Auswertung



- Kurs FP-I-O besteht aus **11** Versuchen zur E3-Vorlesung, davon sind **6** zu bearbeiten (**5** Termine je 6 U-Std. sowie ein Eigenregieversuch zu Hause)
 - Präsenzversuch jeden zweiten Werktag (außer Samstag und 07.03.)
 - zwei Schichten (vormittags 8:15-13:00 Uhr, nachmittags 13:45-18:30 Uhr)
 - Betreuer (**ca. 1:4 bis 1:8**)
- **Versuchszuordnung:** ab Fr, 14.02. auf der Praktikums-Webseite, Basis ist Gruppeneinteilung im Moodle-Kurs und Anwesenheit heute www.praktikum.physik.uni-muenchen.de/p3a/index.html
- **Versuchsanleitungen:** ab Mo, 17.02., auf der Praktikums-Webseite (Campus-Account, Weitergabe nur an legitimierte Teilnehmer!) Kurzfristige Updates!
- **Ort:** Edmund-Rumpler-Str. 9, 3. OG
- **Nachholtermine:** 14.03.2025 bzw. 26.03.2025, ganztags, sind für alle Fälle freizuhalten!





11 Versuche, 6 Versuchsgruppen, 25 Versuchsplätze

Abbildung durch Linsen**Versuchgruppe 1****Beugung****Versuchgruppe 2****Lasersicherheit****Versuchgruppe 3****Interferenz****Versuchgruppe 4**

- Interferenzphänomene
- Michelson Interferometer
- Mach-Zehnder Interferometer
- Fabry-Perot-Interferometer

Aspekte Elektromag. Wellen**Versuchgruppe 5**

- C-Messung/Abstandsgesetz/Lambertscher Strahler
- Polarisation
- Spektro-Goniometer (pausiert)
- Fresnelsches Gesetz der Reflexion (pausiert)
- Quantenkryptographie - Analogieversuch

Mikroskopie@Home**Versuchgruppe E**



- Schriftliche **Vorbereitung** abgeben 22 Stunden (werktags) vor Versuchsbeginn im Moodle-Kurs (1 Vorbereitung / Teilnehmer)
- ca. 1-2 Stunden später:
Eingangskolloquium und/oder Hinweise durch den Tutor:
 - Versuchsgruppe 1+4+5: Videokonferenzgespräch mit Kolloquium: Idee des Experiments darlegen (Details: Moodle)
 - Versuch BEU/LAS: Videokonferenzgespräch ohne Kolloquium: 15 min Informationen mit Tipps und Hinweisen zum Versuch durch den Tutor, mündliche Vorbereitungsüberprüfung erst während 1. Stunde vor Ort
- **Versuchsdurchführung vor Ort**
- Abgabe der **Auswertung** 24 Stunden (werktags) nach Versuchsbeginn
- ca. 1-2 Stunden später:
Abschlusskolloquium mit Feedback durch den Tutor
- Kolloquiumstermine **nach früher** verlegbar (Eingangskolloquium) bzw. nach später verlegbar (Abschlusskolloquium) bei Terminkonflikten durch **vorherige Absprache** (mindestens 1 Tag vorher) mit dem Tutor



- **Vorbereitung:**
 - Erarbeitung der experimentellen Methoden (Anleitung, ggf. Literatur)
 - Selbständige, schriftliche Vorbereitung zu den zentralen Begriffen, Aufgaben (Umfang etwa drei DIN A4 Seiten)
 - teilweise zusätzlich Aufgaben
 - Versuchsanleitung in Seitengröße \geq A5 mitbringen! (kein Smartphone!)
- **Auswertung:** zu Hause nach dem Versuch



- Vorbereitung bis zum Eingangskolloquium:
 - Schriftlich: Stichworte (ca. 3 volle Seiten) + Aufgaben
 - Mündlich: Anleitung vollständig gelesen, wichtige Inhalte zum Versuchsablaufplan und tiefgreifende Hintergrundkenntnisse zu den Stichworten parat haben.
- Vorbereitung bis zum Versuch vor Ort:
 - Schriftlich: Versuchsablaufplan
- Inhalte individuell von jedem Praktikumsteilnehmer einzeln oder vollständig gemeinsam im Zweierteam entworfen.
- Dokumentation Versuchsablaufplan: individuell auf Papier oder im E-journal aufgeschrieben inklusive Angabe, ob Inhalte eigenständig oder mit Partner entworfen wurden.
Entscheidend: Tiefgreifendes Verständnis der theoretischen und praktischen Versuchsinhalte ist zum Kolloquiumstermin vorhanden.
- Abgabe der Vorbereitung: einzeln im Moodlekurs



Vor dem Versuch:

- Schriftliche **Vorbereitung** abgeben 22 Stunden zuvor am Vortag im Moodle-Kurs (1 Vorbereitung / Teilnehmer), Achtung: am Freitag für Montagsversuch!
Astro: auch 22 Stunden vor Versuchsstart
- ca. 1-2 Stunden später: Videokonferenzgespräch: Idee des Experiments darlegen (Details: Moodle)
- Versuchsablaufplan entwerfen im **Laborbuch**
- Pünktliches Erscheinen sicherstellen!
Rechtzeitig zur Registrierung
15-5 Minuten vor Versuchsbeginn.
- Sonst Verspätungsabzug (bis 15 min) oder keine Teilnahme mehr möglich!



- **Startzeiten (Registrierung 15-5 Minuten vorher!)**
- **FP-I-O in Freimann:**

Startzeiten	08:15/13:45: INP/POL/QCRY 08:15/13:45: MIN/MZI/FPI/LLA 08:30/14:00: LIN 08:30/14:00: LAS 08:30/14:00: BEU Registrierung: 5-15 Minuten vor Beginn (bei 1. Termin) Ende jeweils 270 Minuten nach Beginn
-------------	---

- **FP-I-O an der Sternwarte (in 2025 nicht angeboten):**



- Sicherstellen von Pünktlichkeit ist wichtig!
- Verspätungsabzug in Bewertung:
 - Pro angefangene 5 Minuten (<10 min): 0,5 Punkte
 - >10 Minuten: keine Teilnahme am Versuch möglich
- Verspätungen sind möglichst in Moodle im Abschnitt „Ankündigung von Verspätungen“ mind. 5 Minuten vor Versuchsbeginn anzukündigen
(→ Reduzierung des Abzugs um 0,5 Punkte)
- Grund unerheblich (außer gleichzeitig viele Teilnehmer betreffende höhere Gewalt)

Ankündigung von Verspätungen

 [Verspätungsankündigung zu TEP](#)

 [Verspätungsankündigung zu MAG](#)

Hier können Sie bis 5 Minuten **vor dem Versuch**



Ablauf vor Ort:

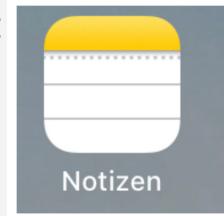
- Registrierung 15-5 Minuten vor Versuchsstart am Haupteingang Edmund-Rumpler-Str. 9
- Versuchsdurchführung
- Sämtliche Messungen, Beobachtungen, Abweichungen vom Versuchsablaufplan etc. werden in ein **Laborbuch** eingetragen
- Arbeitsplatz aufräumen
- Antestat



Nach dem Versuchstag:

- **Auswertung:** elektronisch empfohlen (Kenntnisse nutzen!)
z. B. mit **gnuplot, python, MATLAB, Octave, c++, LaTeX/Textverarbeitung**
- Gesamtdokumentation des Versuchs:
 - Vorbereitung,
 - Versuchsdurchführungsplan,
 - Laborheftmitschrift vor Ort
 - und ggf. Auswertung **einscannen**.
→ 1 Gesamtdokument als PDF-Datei
- Abgabe der Auswertung 24 Stunden nach Versuchsstart
- ca. 1-2 Stunden später: Videokonferenzgespräch:
Besprechung zu Protokoll + Auswertung (Details: Moodle)
- Bewertung und Abtestat

z.B. Apple:



z.B. Android:





- Protokollierung vor Ort in gemeinsamem Protokoll möglich
- Jeweils vollständige individuelle Protokollierung empfohlen
- Eine gemeinsame Auswertung → **Gesamtdokumentation** aus einer **Vorbereitung**, einem **Messprotokoll** sowie der **gemeinsamen Auswertung** der Daten aus dem enthaltenen Messprotokoll (Ziel: ohne Anleitung vollständig verständlich)
- Gemeinsame Erstellung zu gleichen Teilen.
- Der vollständige Inhalt der Abgabe in Moodle muss von beiden Teammitgliedern geprüft und bestätigt werden!
- Abschlusskolloquium: Jeder muss Fragen zu allen Teilen der Auswertung eigenständig beantworten können!
- Bewertung: Protokoll ist gemeinsame Basis für Bewertung, unterschiedliche Gesamtpunktzahl für die einzelnen Teammitglieder möglich!
- Verantwortung: alle Teammitglieder gemeinsam



Beispiel: Versuch im Moodle-Kurs

Versuch 3E - ZEE-B



Abgabe der Vorbereitung zum Versuch ZEE-B

Fälligkeit: 08:00 Uhr bzw. 13:30 Uhr (24 h vor Versuchsbeginn):

- Montag ==> Freitag
- Dienstag-Freitag==> Montag-Donnerstag



Vorgespräch zu ZEE-B

Das Vorgespräch findet jeweils 26,0 h nach Versuchsbeginn statt, d.h. um 10:00 Uhr bzw. um 15:30 Uhr.



Abgabe der Ausarbeitung zum Versuch ZEE-B

Fälligkeit: 08:00 Uhr bzw. 13:30 Uhr (24 h nach Versuchsbeginn):

- Montag-Donnerstag ==> Freitag
- Freitag ==> Montag



Abschlussgespräch zu ZEE-B

Das Abschlussgespräch findet jeweils 27,5 h nach Versuchsbeginn statt, d.h. um 11:30 Uhr bzw. um 17:00 Uhr.



- **Bewertungsschema (max. 10 Punkte)**
 - Vorbereitung (3 Punkte)
 - Durchführung (4 Punkte)
 - Auswertung (3 Punkte)
 - Jeder Teilbereich muss mit mindestens 1 Punkt bewertet sein. In jedem Versuchsteil kann bei mangelnder äußerer Form ein Punkt abgezogen werden.
- **Bestehenskriterium**
 - 5 Abtestate (**Eigenverantwortung**)
(Abtestat ab 5 Punkte)
 - Im Durchschnitt mind. 6,6 Punkte
 - Zusätzlich Abtestat zum Eigenregieversuch
- **Letzte Erstabgabe: 28.03.2025**
- **Letztes Abtestat: bis 15.04.2025**



- **Durchführung:**
 - Vollständigkeit
(Auslassen von Teilversuchen → Betreuer)
 - Reproduzierbarkeit
 - Strukturierung
 - Eignung des Versuchsdurchführungsplans
für Ablauf vor Ort



- **Auswertung:**

- Angabe der verwendeten Gleichungen
- Zwischenschritte (Nachvollziehbarkeit!)
- Versuchsergebnis mit Angabe der Unsicherheit („Fehler“rechnung/-abschätzung)
- Diskussion des Ergebnisses
- Interpretationen



- Ausschnitt aus dem Informationsblatt:

- Zu Hause (ggf. pro Teilversuch):
 - Protokollkopf: Titel des Versuchstermins
 - Überschrift „Vorbereitung“, Name, Datum
 - Grundlagen des Versuchs (siehe Stichworte)
 - Aufgaben aus dem Text
 - Versuchziele der Teilversuche
 - Erläuterung der Messmethoden
 - schematische Skizzen
 - Planung der Durchführung
- Vor Ort (ggf. pro Teilversuch „zu TV ...“):
 - Überschrift „Durchführung“, Name, Datum
 - Kurze, stichpunktartige Beschreibung der Durchführung
 - Schilderung qualitativer Beobachtungen (evtl. Interpretationen)
 - Abweichungen von der Versuchsplanung
 - Messreihen in übersichtlichen Tabellen mit Zeilen- und Spaltenbezeichnungen!
 - Messwerte stets mit Fehlerangaben
 - Werte phys. Größen stets mit Einheiten
 - Notizen zu Literatur- und Herstellerangaben

Einige Aspekte sind üblicherweise pro Teilversuch zu bearbeiten.

- Vollständiges Informationsblatt und Extra-FAQ-Aktualisierungen lesen!



- Heft (DIN A4, kariert), Kladde (keine losen Blätter!)
- Diagramme als Ausdruck (MATLAB, octave, gnuplot, Origin, python) an sinnvoller Position einfügen!
- Größe: vollständig lesbar bei normalem Leseabstand / Darstellung voller Seite auf Bildschirm!
- Millimeterpapier nur im Ausnahmefall, z.B. falls digitale Diagrammerstellung nicht erfolgreich oder zu komplex!
- Deckblatt aufkleben!
(wird am ersten Versuchstag ausgeteilt)
- Verwendung von Tablets mit Stift für Vorbereitung/Auswertung erlaubt (eigene Handschrift)
→ Ausdruck der Vorbereitung in Heft einkleben!
- **Bei elektronischer Auswertung:** Scan des Laborhefeintrags (ggf. in Anhang) seitenfüllend einfügen.
→ Ausdruck der Auswertung in physisches Laborheft einkleben.



@Home: Versuchsdurchführung in Eigenregie zu Hause

Besonderheiten dieses Versuchs:

- selbstständiger Versuchsaufbau (nach Bausatz)
- Zusätzlich Verwendung von üblichen Haushaltsmaterialien
- Problemlösungskompetenzen
- Dokumentationsbewusstsein
- Kreativität
- **Individuelle Durchführung und Protokollierung pro Teilnehmer!**
- Bearbeitung schon vor erstem Präsenzversuch möglich,
späteste Bearbeitung am Termin im Terminplan,
Abgabe 72h danach
- Korrektur durch Tutor zeitlich gestaffelt bis Ende des Praktikums
(=2. Nachholtermin, Priorisierung ca. First In First Out (FIFO))



@Home: Versuchsdurchführung in Eigenregie zu Hause

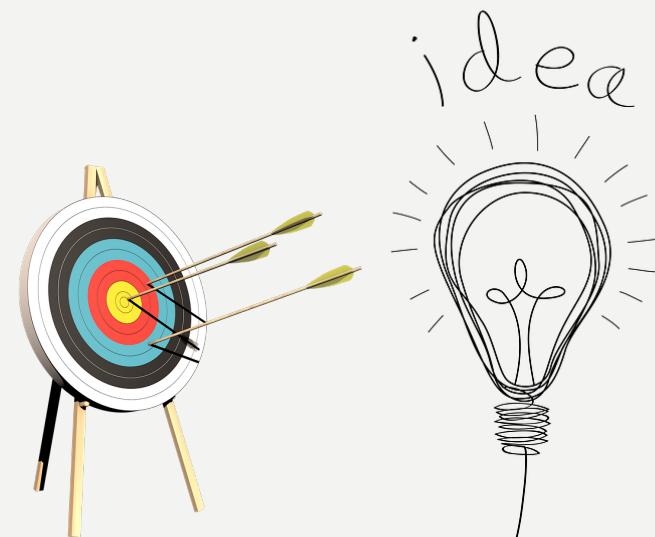
Erhalt von Auszeichnungen (Badges) als Belohnung möglich:

- Besonders originelles oder akribisches ausgearbeitetes Protokoll
- Herausragende Gesamtarbeit

FOLDSCOPE – DAS MIKROSKOP ZUM FALTEN



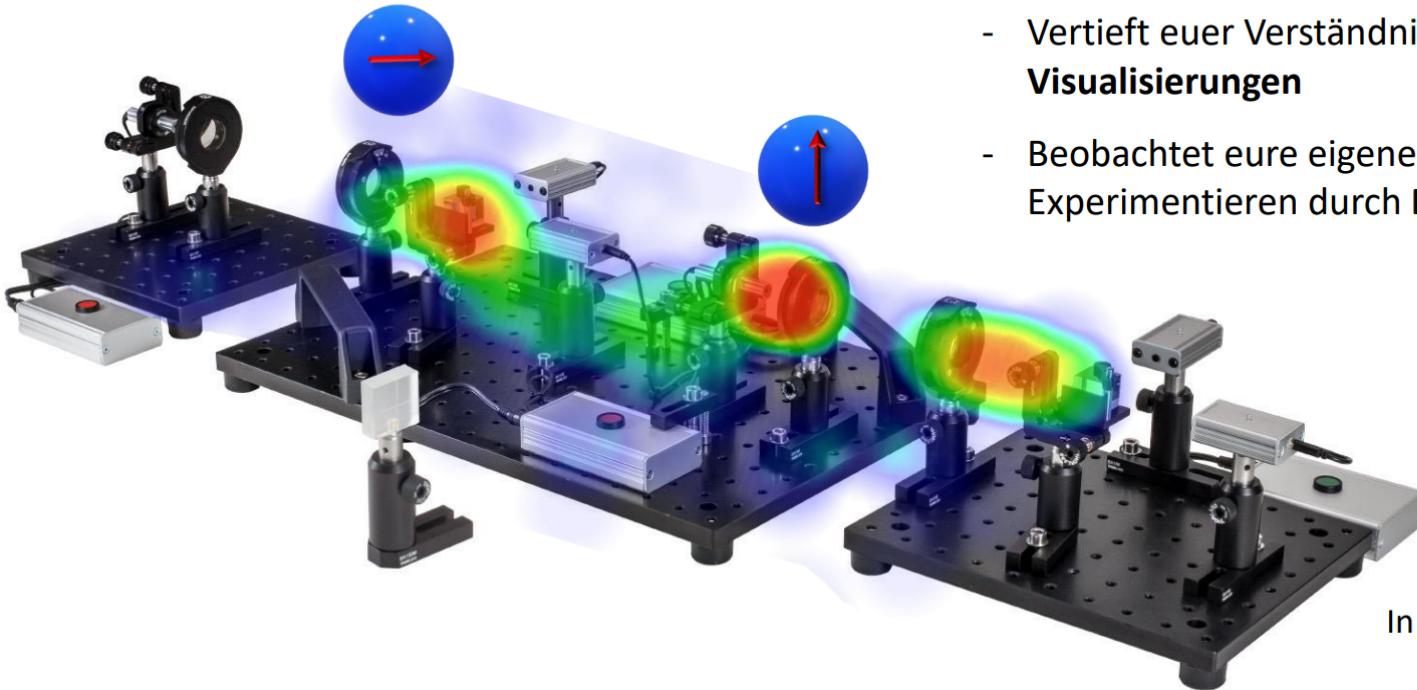
Foldscopes sind Mikroskope, die durch ihr innovatives Design einen niedrigen Preis, geringes Gewicht und Robustheit vereinen. Dabei bieten sie außerdem hervorragende optische Eigenschaften (140fache Vergrößerung und eine Auflösung von 2 Mikrometern).



Quelle Screenshot: <https://www.jot-entdecken.de>

Quantenkryptographie im FP-I-O

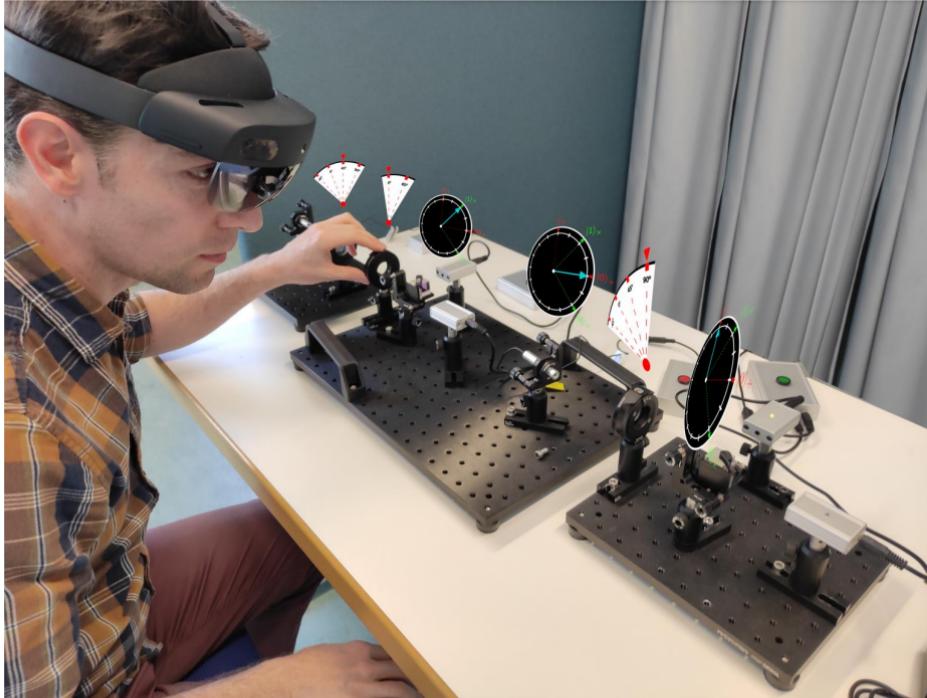
- Erlebt ein Analogexperiment zu modernen **Kryptographie-Methoden** auf Basis von Quantentechnologien
- Vertieft euer Verständnis durch **Augmented Reality Visualisierungen**
- Beobachtet eure eigenen Blicke beim Experimentieren durch **Eye Tracking**



**Teil des Praktikums
für Gruppen AEIMQ
und DHLPT**

In Kooperation mit dem Lehrstuhl
Didaktik der Physik

Quantenkryptographie im FP-I-O



- Erlebt ein Analogexperiment zu modernen **Kryptographie-Methoden** auf Basis von Quantentechnologien
- Vertieft euer Verständnis durch **Augmented Reality Visualisierungen**
- Beobachtet eure eigenen Blicke beim Experimentieren durch **Eye Tracking**

**Teil des Praktikums
für Gruppen AEIMQ
und DHLPT**

In Kooperation mit dem Lehrstuhl
Didaktik der Physik



- Bestätigung der Teilnahme an Sicherheitsunterweisung am 1. Praktikumstag durch Eintrag in Anwesenheitsliste
- Nachholtermine: 14.03.2025 bzw. 26.03.2025, ganztags, sind für alle Fälle freizuhalten!
- Informationsblatt ist aufmerksam zu lesen!
- Pünktliches Erscheinen sicherstellen!
Registrierung 15-5 Minuten vor Versuchsbeginn im Raum.
- Weitere Fragen:
 - wolfgang.winklmeier@physik.uni-muenchen.de (ab Praktikum!)
 - juergen.durst@physik.uni-muenchen.de
 - oder gerne jetzt öffentlich oder später im persönlichen Videokonferenzraum heute um 19:00 Uhr (siehe Moodle-Kurs)
- **Viel Erfolg!**



- Verzichten Sie auf eine Weiterleitung!
(insbesondere an eine Gmail-Adresse)
- Stattdessen: Direktabruf einrichten!
- Begründung: Damit reduzieren Sie die Häufigkeit, dass ALLE LMU-Adressen auf einer Blacklist bei Gmail landen und ALLE Personen, die an eine Gmail-Adresse irgendeine Email von irgendeinem LMU-Absender erhalten sollten, diese aufgrund der Spamblockmaßnahmen von Gmail nicht oder verzögert erhalten.
- Folgen: Wenn Sie durch eine Weiterleitung wichtige Informationen nicht oder nur verzögert erhalten, liegt dies grundsätzlich in **Ihrer Verantwortung**.
- Weitere Informationen: <https://www.it.physik.uni-muenchen.de/dienste/kommunikation/e-mail/filterung/index.html>
- Einrichtung Direktabruf:
<https://doku.lrz.de/pages/viewpage.action?pageId=19103884>
[https://collab.dvb.bayern/display/LMULMPHGST/Conventional+mail+clients](https://collab.dvb.bayern/display/LMULMPHGST>Email+and+Groupwarehttps://collab.dvb.bayern/display/LMULMPHGST/Conventional+mail+clients)