

# Informationen zum Demonstrationspraktikum I



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

## - Zyklen, Anleitungen, Vorbereitungsthemen -

### Demonstrationspraktikum

Akad. Oberrat Erik Kremser  
Sebastian Orth

Hochschulstraße 6  
64289 Darmstadt

Tel. +49 6151 / 16 20052

Datum:  
10.02.2016

---

## 1. Das Experiment im Physikunterricht

---

Das physikalische Experiment nimmt in der Schule einen sehr breiten Raum ein. Dies entspricht der Bedeutung des Experiments als ein wesentlicher Bestandteil der physikalischen Methode. Vor allem können aber eine Reihe lernpsychologischer und unterrichtsmethodischer Gründe für eine vorwiegend experimentelle Gestaltung des Physikunterrichts genannt werden, z. B.

- Veranschaulichung theoretischer Zusammenhänge
- Möglichkeit zu nichtverbalem Lernen
- Anleitung zum kritischen Denken
- Motivation
- u. v. m.

Ein auf Schülerversuchen aufgebauter Unterricht ist – wie Untersuchungen ergeben haben – erfolgreicher, als ein reiner Demonstrationsunterricht. Trotzdem kann auch Demonstrationen nicht verzichtet werden. Ein sehr großer Teil der Schulversuche ist nämlich nur in der Demonstration realisierbar, und zwar aus Gründen der Sicherheit (hierzu gehören bspw. alle Versuche, die eine höhere Spannung als 24 V benötigen, oder Versuche, bei denen Explosions- / Implosionsgefahr besteht), wegen eines hohen Vorbereitungsaufwands (z. B. Herstellen eines gekrümmten Lichtbündels) oder wegen des Einsatzes von Geräten, deren Anschaffung in größerer Zahl unnötig oder unmöglich ist.

Die Aufgabe des Lehrers besteht u. a. darin, Experimente zu planen und durchzuführen. Dabei sind Demonstrationsexperimente trotz gleichen fachlichen Inhalts anderer Art, als traditionelle Praktikumsversuche. Denn in Demonstrationsexperimenten soll Physik erlernt werden. Im Vordergrund stehen Versuche und Gestaltungen von Versuchen, die Aufschluss über physikalische Methoden der Erkenntnisgewinnung geben:

- Hinführung zu physikalischen Begriffen
- Finden der entscheidenden Parameter (z. B. durch Freihand- oder qualitative Versuche)
- Herleitung / Bestätigung von Zusammenhängen / Gesetzen
- Bedeutung von Präzisionsmessungen
- Analogieversuche, Modellversuche
- Versuche zur Bestätigung (oder Widerlegung) von Modellvorstellungen

**Hinweise zur Planung:** Quantitative Experimente sollten durch geeignete Vorversuche (Freihandversuche / qualitative Versuche) vorbereitet werden (Ermittlung von Einflussgrößen, Schätzung von Größenordnungen, ...). Besonderes Augenmerk liegt bei der Vermittlung des Versuchsziels, der zugrundeliegenden „Idee“ und des Messprinzips.

---

---

## Ziele des Demonstrationspraktikums:

- Kennenlernen / Auswahl von (schulüblichen) Geräten, auch bzgl. der kritischen Auswahl der Angebote einschlägiger Firmen
- Einübung des Umgangs mit Geräteanleitungen
- Planung / Entwicklung und Aufbau von Demonstrationsexperimenten, sowie deren adressatengerechte Gestaltung und Darbietung
- Kennenlernen typischer Experimentiermethoden und deren Verwendungsmöglichkeiten (Freihandversuche, qualitative und quantitative Experimente)
- Förderung der experimentellen Fantasie und Entwicklung von Alternativzugängen.
- Erkennen von notwendigen Vereinfachung und deren Beurteilung von einem fachwissenschaftlichen Standpunkt
- Sicherer Umgang mit Messunsicherheiten, Abschätzung von und Verbesserung der Genauigkeit und Güte eines Experiments
- Einüben des Umgangs mit modernen Hilfsmitteln (u. a. computergestützte Messwerterfassung)
- Kennenlernen von Geräten und Versuchsanordnungen, die noch nicht in der Schule eingesetzt werden



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

### Demonstrationspraktikum

Akad. Oberrat Erik Kremser  
Sebastian Orth

Hochschulstraße 6  
64289 Darmstadt

Tel. +49 6151 / 16 20052

Datum:  
10.02.2016

---

## 2. Informationen zum Aufbau von Versuchen

---

- Auf Standfestigkeit und Sicherheit achten. Tische feststellen. Versuchsanordnungen sollten möglichst nicht über den Tisch hinausragen, ggf. an der Tischplatte anklemmen. Auf Kabelführung achten, „Stolperfallen“ vermeiden.
- Nur so viel Stativmaterial verwenden, wie erforderlich ist, jedoch ggf. für Festigkeit an zusätzliche Querverstrebungen denken!
- Der Experimentiertisch soll nicht mit Geräten überhäuft sein. Nicht mehr benötigte Geräte abbauen, nicht benötigte Kabel etc. wegräumen.
- Auf eine übersichtliche Anordnung achten. Dazu Skizzen, Prinzipzeichnungen und Schaltbilder verwenden (jeweils nach Möglichkeit der Anordnung entsprechend, aber kein „gezeichnetes Foto“ oder 3D-Zeichnungen des Tischaufbaus).
- Wichtiges in den Vordergrund (z. B. Messgeräte), unwesentliche Geräte in den Hintergrund (z. B. Spannungsversorgung).
- Möglichst große Geräte verwenden (z. B. Demonstrationsmessinstrumente).
- Auf gute Sichtbarkeit achten. Ggf. durch Schattenwurf oder mit einer Kamera verbessern. Dabei passenden Hintergrund wählen!
- Einzelne Versuchsteile, Geräte und Messinstrumente / Anzeigen beschriften. Z. B. können kleine Schildchen angeben, welche Größen die Messinstrumente anzeigen, oder welchem Zweck verschiedene Spannungsquellen dienen...

### Bei der Präsentation:

- Nicht vor der Versuchsanordnung hantieren – Experimente möglichst von hinten bedienen!
- Die Experimente sind so sorgfältig und genau wie möglich durchzuführen. Man sollte sich über Fehlerquellen und Messunsicherheiten im Klaren sein!

---

### 3. Informationen zum Umgang mit Geräten

---



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

#### Messgeräte:

- Harte Stöße oder hartes Aufsetzen von Messgeräten vermeiden.
- Geräte in der vorgeschriebenen Gebrauchslage (stehend / liegend) verwenden.
- Zeigernullstellung beachten und nötigenfalls tarieren. Bei Spannungsmessgeräten: Messeingänge mit kurzem Kabel kurzschließen, um sie sicher auf gleiches Potential zu bringen.
- Wechsel- oder Gleichstrom? Bei Gleichstrommessungen ggf. Anzeigefehler durch Welligkeit des Stromes beachten (pulsierender Gleichstrom).
- Messungen stets mit dem größten Messbereich beginnen.
- Messbereich anschließend geeignet wählen (der Zeiger sollte etwa ins letzte Drittel der Skala zeigen).
- Gebrauchsanweisungen lesen.
- Güteklasse, Empfindlichkeit und Innenwiderstand des Instruments beachten.

#### Demonstrationspraktikum

Akad. Oberrat Erik Kremser  
Sebastian Orth

Hochschulstraße 6  
64289 Darmstadt

Tel. +49 6151 / 16 20052

Datum:  
10.02.2016

#### Netzgeräte:

- Potentialfrei? Erdpotential? Innenwiderstand beachten.
- Hinweis zur Auswahl von Netzgeräten: Angegeben ist immer die maximal zu entnehmende Stromstärke. Die Stärke des tatsächlich fließenden Stroms richtet sich nach der angelegten Spannung (im einfachsten Fall bspw. gemäß  $U = R \cdot I$ ).

#### Glasgeräte:

- Geräte nach Gebrauch reinigen, mit destilliertem Wasser spülen und trocknen.
- Keine dickwandigen Gefäße zum Erhitzen von Flüssigkeiten verwenden.
- Glasröhren und Reagenzgläser, die eine hohe Hitze- & Temperaturwechsel-Beständigkeit sowie eine hohe Säureresistenz aufweisen, tragen die Aufschrift „DURAN“.  
Höchste zulässige Temperatur: 500 °C (Auftreten von Verformungen).  
Tiefste zulässige Temperatur: 0 K. Daher für den Einsatz mit flüssigem Stickstoff geeignet.  
Sehr geringer Längenausdehnungskoeffizient, daher  $\Delta T = 100$  K möglich.
- Glasröhren bekommt man am sichersten in einen durchbohrten Gummistopfen, wenn man einen Tropfen Glycerin aufträgt. Nach dem Versuch sind Glasröhre und Gummistopfen wieder zu trennen, da beide sonst mit der Zeit verkleben! Beim Trennen nur Ziehen, niemals Drücken!
- Luft niemals aus Kolben mit flachem Boden absaugen, Implosionsgefahr!
- Beim Teilen von Glasröhren scharfe Bruchkanten rund schmelzen.

#### Allgemein zu beachten:

- „Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht“ (RiSU, Beschluss der KMK i. d. F. v. 2013).

---

## 4. Die Zyklen im Demo I

---

Das Demo I gliedert sich in drei aufeinander aufbauende Zyklen mit jeweils drei Themenfeldern. Die Experimente eines Zyklus können unabhängig voneinander in beliebiger Reihenfolge durchgeführt werden, jedoch erfordert jeder Folgezyklus Kenntnisse und Fähigkeiten der vorangegangenen Zyklen.

### Zyklus 1:

- Luftkissenbahn
- Geometrische Optik
- Analogelektronik und Oszilloskop

### Zyklus 2:

- Heißluftmotor
- Mikrowellen
- Modellgas

### Zyklus 3:

- Elektrostatik
- Lichtelektrischer Effekt
- Elektronenstrahlröhren

---

## 5. Informationen zu den einzelnen Themenfeldern

---

Nachfolgend werden zu den einzelnen Themenfeldern jeweils Lernziele und eine Auswahl (!) an Vorbereitungsthemen genannt.

(Diese Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit – das Demo-Praktikum lebt von der Interaktion der Teilnehmenden und der Betreuer, sodass durchaus auch über hier nicht explizit aufgeführte Themen diskutiert werden kann. Solide Kenntnisse der Physik sind hierfür notwendige Voraussetzung.)

### 5.1. Luftkissenbahn

#### Lernziele:

- Austarieren der Luftkissenbahn
- Zeitmessung
- Verwendung elektronischer Stoppuhren und Lichtschranken
- Umgang mit Bewegungssensoren und computergestützter Messwerterfassung
- Sicherer Umgang mit dem Funkenschreiber

#### Vorbereitungsthemen:

Gleichförmige & beschleunigte Bewegung, Geschwindigkeiten und deren Messung, s-t-Diagramme, Newtonsche Axiome, Impuls- & Energieerhaltung, Stöße (elastisch, unelastisch), Umlenkrollen, Lichtschranken, Bewegungssensoren, Hochspannung, Funken, ...



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

#### Demonstrationspraktikum

Akad. Oberrat Erik Kremser  
Sebastian Orth

Hochschulstraße 6  
64289 Darmstadt

Tel. +49 6151 / 16 20052

Datum:  
10.02.2016

---

## 5.2. Geometrische Optik



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

### Lernziele:

- Herstellung paralleler Strahlenbündel
- Anwendung eines Kondensors
- Farbzerlegung mit verschiedenen Prismen
- Darstellung von Komplementärfarben
- Sichtbarmachen von Strahlengängen
- Laserschutzmaßnahmen
- Innenwiderstand, Lastwiderstand, thermisches Verhalten von Widerständen

### Demonstrationspraktikum

Akad. Oberrat Erik Kremser  
Sebastian Orth

Hochschulstraße 6  
64289 Darmstadt

Tel. +49 6151 / 16 20052

Datum:  
10.02.2016

### Vorbereitungsthemen:

Glühlampen, Widerstände (insb. Innen- & Lastwiderstand), Reflexion & Brechung, Linsen, Linsengleichung, „Linsenmacher“-Gleichung, Kondensator, Blende & Blendenzahl (Fotographie), Spektralfarben, Komplementärfarben, Prismen, Streuung (Rayleigh- / Mie-Streuung), Himmelsblau und Abendrot, Polarisation, Dipolstrahlung / Strahlungscharakteristik, Lumineszenz, Laser, ...

## 5.3. Analogelektronik und Oszilloskop

### Lernziele:

- Umgang mit dem Oszilloskop als Mess- und Kontrollgerät
- Umgang mit Funktionsgeneratoren
- Anwendung von analogen elektrischen Bauteilen und deren Polung, Erdung und Schaltung
- Einsatz eines Differenzverstärkers
- Aufnahme der Kennlinie von Halbleiterdioden und Spannungsfrequenzgängen
- Ein- und Ausgangswiderstände verstehen
- Strom- & Spannungsmessung

### Vorbereitungsthemen:

Funktionsweise eines Oszilloskops, Gleich- & Wechselspannung, „Signale“ & Signalübertragung, verschiedene Kabel und Anschlüsse / Stecker, Potentiale, Erdung, Kirchhoffsche Gesetze, Frequenzgänge von Ohmschen Widerständen / Spulen / Kondensatoren (auch im Komplexen & mit Zeigerdiagrammen), Lissajous-Figuren (auch mit Bestimmung des Frequenzverhältnisses und der Phasenbeziehung), Hochpass, Tiefpass, Bandpass & Bandfilter, Bode-Diagramme, Halbleiter, Dotierung, Dioden, Kennlinien, Differenzenverstärker, ...

---

## 5.4. Heißluftmotor

### Lernziele:

- Befestigung vibrierender Teile
- Wirkungsgradbestimmung
- Aufbau eines Lichtzeigers
- Umgang mit Elektromotoren

### Vorbereitungsthemen:

Temperatur, Wärme, Hauptsätze der Wärmelehre, Zustände & Zustandsänderungen, Isotherme, Isochore, Isobare, Adiabate, Isentrope, p-V-Diagramme, ideales & reales Gas incl. Gasgleichungen, Adiabatenexponent, Wärmekraftmaschinen & Wärmepumpen, Wirkungsgrad & dessen Bestimmung, Kreisprozesse (insb. Stirling-Prozess & Vgl. mit Carnot-Prozess), verschiedene Motorentypen (Otto / Diesel / Elektro / ...), Kühlschrank, Thermoelement, Seebeck-Effekt, Peltier-Effekt, ...

## 5.5. Mikrowellen

### Lernziele:

- Erzeugung von Mikrowellen (Klystron)
- Simulation optischer Versuche mit handlichen Wellenlängen
- Aufstellung des Senders und Empfängers
- Aufbau eines Interferometers

### Vorbereitungsthemen:

Elektromagnetische Wellen, stehende Wellen, Polarisierung, Gesetz von Malus, elektromagnetisches Spektrum, Amplituden- & Frequenzmodulation, Radioempfang, Zwei-Kammer-Klystron, Schwingkreise, Resonatoren, Mikrowellenofen, Mikrowellen-Sender & -Empfänger, Wellenwiderstand, Wellenleitung, Gunn-Element, (Total-)Reflexion, Beugung, Interferenz, Einzel- & Doppelspalt, Gitter, Babinet'sches Prinzip, Interferometer, em-Wellen in Materie, geometrischer & optischer Weg, Brechungsindex, optischer Tunnel-Effekt, Evaneszente Wellen, Goos-Hänchen-Effekt, ...

## 5.6. Modellgas

### Lernziele:

- Sicherer Umgang mit Spartransformatoren
- Aufbau des Modellgasgerätes und des Ereigniszählers
- Finden und Eliminieren von Störeinflüssen, systematisches Vorgehen

### Vorbereitungsthemen:

Modellvorstellungen in der Physik, ideales & reales Gas, Gasgleichungen, hydrostatische Grundgleichung, barometrische Höhenformel, Maxwell-Boltzmann-Verteilung, mittlere freie Weglänge, Transformatoren, Spartransformator, Spannungsteiler, Phase / Nullleiter / Schutzleiter, Sicherungen / FI-Schalter, ...



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

### Demonstrationspraktikum

Akad. Oberrat Erik Kremser  
Sebastian Orth

Hochschulstraße 6  
64289 Darmstadt

Tel. +49 6151 / 16 20052

Datum:  
10.02.2016

---

## 5.7. Elektrostatik

### Lernziele:

- Geduld
- Vermeidung von Leckströmen
- Umgang mit Bandgeneratoren und Ladungsmessgeräten
- Entwicklung einer Messstrategie
- Umgang mit Kondensatoren

### Vorbereitungsthemen:

Ladung & deren Nachweis, Influenz, Elektroskop, Spannung, Strom & Stromstärke, Gefahren des elektrischen Stromes, Van-de-Graaff-Generator, Faradayscher Käfig, Isolatoren & Maßnahmen zur Isolation, Leckströme, Luftfeuchtigkeit & deren Auswirkungen auf die Elektrostatik, Coulombsches Gesetz, Elektrische Felder & Feldlinien, Spitzeneffekt, Funken & Gasentladungen, Glimmlampen, gedämpfte Schwingungen, Analogie von Translations- & Rotationsbewegungen, Coulomb-Waage, Kondensatoren, Plattenkondensator, Kapazität, ...

## 5.8. Lichtelektrischer Effekt

### Lernziele:

- Umgang mit UV-Licht
- Funktion einer Photozelle
- Messung kleiner Ströme

### Vorbereitungsthemen:

Licht, Spektrum, Quantenhypothese, Photonen, Photoeffekt, Farbfilter, Gitterspektrometer, Photozelle, Gegenspannung, Potentialtopf, Austrittsarbeit, Sommerfeldsches Atommodell, Fermi-Energie, Pauli-Prinzip, Energiebänder / Bändermodell, Bandlücke (Leiter / Halbleiter / Nichtleiter), Dotierung, ...

## 5.9. Elektronenstrahlröhren

### Lernziele:

- Sicherer Umgang mit Hochspannung
- Umgang mit Gerätekarten
- Handhabung von Helmholtz-Spulen
- Darstellung von Kennlinien

### Vorbereitungsthemen:

Anode, Kathode, Glühemission, Elektronenkanone, Elektronenstrahlröhre, Braunsche Röhre, Elektronenoptik, Vakuum, Getter, Lumineszenz, Helmholtz-Spulen, Lorentz-Kraft, Wien-Filter, Vakuumdiode, Kennlinie, ...



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

### Demonstrationspraktikum

Akad. Oberrat Erik Kremser  
Sebastian Orth

Hochschulstraße 6  
64289 Darmstadt

Tel. +49 6151 / 16 20052

Datum:  
10.02.2016