



## **Aufgabenstellungen für die selbständige wissenschaftliche Arbeit**

Nach der Bezeichnung der Aufgabenstellung ist in Klammern angegeben, wie viele Schülerinnen / Schüler gleichzeitig daran arbeiten können, wobei im Allgemeinen zwei bzw. drei Schülerinnen / Schüler eine Gruppe bilden. Daran schließt sich jeweils eine Kurzcharakteristik der Arbeitsaufgabe an.

### **D 1 'Eigenschaften einer Silizium-Flächendiode'** (2 TeilnehmerInnen)

Silizium-Flächendioden werden als Detektoren für schnelle geladene Teilchen und Röntgenstrahlung eingesetzt. Gemessen wird die Kapazitäts-Spannungskennlinie, und daraus bestimmt man die Dicke der empfindlichen Schicht und die Dotierung.

### **D 2 'Kennlinien von PMOS-Transistoren'** (2 TeilnehmerInnen)

Um die Prozesstechnologie bei der Herstellung von Silizium-Detektoren zu überprüfen, werden auf dem gleichen Chip PMOS-Transistoren fabriziert. Die Kennlinien dieser Transistoren werden aufgenommen und dienen als Qualitätskontrolle der  $\text{SiO}_2$ -Deckschicht.

### **D 3 'Geschwindigkeit von Ladungsträgern in Siliziumdetektoren'** (2 TeilnehmerInnen)

In zukünftigen Experimenten der Elementarteilchenphysik treten sehr hohe Zählraten auf, so dass die Siliziumdetektoren in 25 Nanosekunden ausgelesen werden müssen. Die Geschwindigkeit der Ladungsträger wird gemessen, indem man den Si-Chip mit kurzen Lichtblitzen einer Laserdiode bestrahlt und die Stromsignale auf einem GHz-Oszillographen registriert.

### **D 5 'Signalausbreitung in Kabeln'** (2 TeilnehmerInnen)

Die Übermittlung elektrischer Information spielt eine wichtige Rolle in vielen Bereichen des modernen Lebens. Kabel sind dabei das Hauptmedium, in dem Information verschickt wird. Die Eigenschaften solcher Kabel sind gleichermaßen wichtig und interessant. Anhand kleinerer Experimente haben die SchülerInnen die Möglichkeit, Einblicke in die Ausbreitung elektrischer Signale auf Kabeln zu gewinnen. Im Laufe der Messungen lernen die SchülerInnen mit modernen Messapparaturen extrem kurze Zeiten zu messen und Signalformen zu untersuchen.

### **O 1 'Messung der Lichtgeschwindigkeit'** (2 TeilnehmerInnen)

Licht hat die höchste Geschwindigkeit im Universum. Wir wollen trotzdem die Lichtgeschwindigkeit messen – das Prinzip ist eigentlich ganz einfach: Wir schicken Lichtpulse auf

die Rennbahn und messen mit Hilfe einer schnellen "Stoppuhr", wie lange sie unterwegs sind.

## **O 2 'Holographie'** (4 TeilnehmerInnen)

Die Holografie ist ein Verfahren zur Aufnahme eines Objektes in seiner räumlichen Ausdehnung – im Gegensatz zur Fotografie, die lediglich eine 2-dimensionale Speicherung erlaubt. Die Speicherung eines Hologramms geschieht zwar auch auf einem konventionellen Fotofilm, jedoch wird nicht das "Bild" des Objektes gespeichert, sondern ein von ihm erzeugtes Interferenzmuster. Was Interferenz ist, wie man ein solches Muster erzeugt und was man dafür braucht, kann man in diesem Versuch lernen. Außerdem wird der Umgang mit einem Laser und den zum Versuch benötigten optischen Komponenten geübt. Im Anschluss an die Belichtung der Filme werden diese zur Erstellung der Hologramme selbst im Labor entwickelt.

Zum Holografieren können eigene Objekte (ca.  $\leq 6$  cm) mitgebracht werden. Gut eignen sich Objekte mit glänzenden Plastikoberflächen (z.B. Figuren aus Überraschungseiern).

## **O3 'Kann man sich hinter Fensterglas bräunen?'**

### **Oder: Transmissionsspektren optischer Gebrauchsgegenstände'**

(2 TeilnehmerInnen)

Mit einem Spektrometer können die Transmissionsspektren transparente Körper untersucht werden. Die zur Verfügung stehenden Wellenlängen reichen mit 650 nm, dem roten Licht, über das sichtbare Spektrum bis zu den kleinen Wellenlängen von 200 nm, dem ultravioletten Bereich. Neben Sonnenbrillen, Skibrillen sollen auch unterschiedliche Glassorten untersucht werden. Hierbei wird der Frage nachgegangen, in wieweit Fensterglas eine Bräunung der Haut verhindert, welche transparenten Stoffe schützen vor der schädlichen UV-Strahlung.

Mitgebrachte Proben in Form von Glas, Brillen, usw. sind herzlich willkommen, nur sollten sie die Größe einer Brille nicht überschreiten. Und ganz wichtig: Nach der Messung können die Proben wieder unversehrt mitgenommen werden.

## **O 4 'Laserspeckles'** (3 TeilnehmerInnen)

Was sind Speckles? Speckles sind ein optischer Effekt, der nur bei kohärentem Licht auftritt und seine Ursache in der Interferenz von Teilen eines z.B. reflektierten Laserstrahls hat. Im Umgang mit Lasern sind sie ständig zu beobachten. Aber man kann mit Ihrer Hilfe auch Untersuchungen z.B. der Rauigkeit von Oberflächen durchführen, die Brennweite von Linsen elegant und genau bestimmen, oder mit Hilfe der digitalen Speckle-Interferometrie kleine Bewegungen von Objekten messen. Was genau wird getan? Ganz kurz: Theorie, Was ist Kohärenz, wie entstehen Speckles. Erzeugen subjektiver und objektiver Speckles. Erzeugen objektiver Speckles mit verschiedenen Diffusoren. Bestimmung von Brennweiten von Linsen. Wenn die Zeit reicht, Speckle-Interferometrie.

## **O 5 'Absorptionsspektroskopie'** (2 TeilnehmerInnen)

Woher wissen wir, dass es Atome und Moleküle überhaupt gibt, und dass sie nicht ein und dasselbe sind? Mit der Methode der Absorptionsspektroskopie lassen sich beide Spezies identifizieren und auseinander halten. Am Beispiel von Natrium und dem Jod-Molekül wird demonstriert, was passiert, wenn man Atome oder Moleküle mit Licht in verschiedenen Wellenlängenbereichen anregt.

## **P 2 'Luftschauer-Messung'** (2 TeilnehmerInnen)

Hochenergetische Kerne prasseln ständig auf die Erdatmosphäre. Wir messen deren Energie und Ankunftsrichtung mit Teilchendetektoren - einige der Teilchen haben Energien, die nicht in Laborbeschleunigern erreicht werden können.

## **S 1 'Experimente mit kosmischen Myonen'** (4 TeilnehmerInnen)

Der Nachweis von Teilchen wird mit Hilfe sogenannter Kammern durchgeführt. Eine besondere, moderne Form sind die „Time Projection Chambers“. In diesem Versuch werden an einem Prototyp einer solchen TPC von den Schülerinnen und Schülern Messungen durchgeführt. Dabei wird die Möglichkeit gegeben, eine moderne Datenauslese mit dem Rechner kennen zu lernen, und damit Daten aufzuzeichnen und zu analysieren.

## **LP 1 'Optische Nachrichtenübertragung'** (3 TeilnehmerInnen)

Moderne Telekommunikation basiert hauptsächlich auf der Übertragung optischer Signale. In unserem Labor besteht die Gelegenheit, grundlegende Versuche zur Übertragung eines Audiosignals mit einem Laser durch einen Lichtwellenleiter und durch den freien Raum durchzuführen.

## **LP 2 'Aufbau eines Kristall-Lasers'** (2 TeilnehmerInnen)

Wie baue ich einen Laser? Effiziente und kompakte Kristall-Laser werden heutzutage mit Halbleiterdioden angeregt. Alle Module eines Lasers, wie Anregungsquelle, Verstärkernkristall, Resonatorspiegel und Optiken, werden zum Aufbau eines Lasers zur Verfügung gestellt. Der Laser kann anschließend bezüglich Effizienz und Strahlcharakteristik analysiert werden.

## **LP 3 'Optische Spektroskopie'** (3 TeilnehmerInnen)

Wie unterscheidet sich das Emissionsspektrum einer Energiesparlampe von dem einer Halogenlampe oder dem einer Kerze? Was ist die Ursache für die Farbe von vielen Dingen des täglichen Lebens? Um das zu verstehen, werden an einem kleinen optischen Messplatz Emissions- und Absorptionsmessungen durchgeführt und anschließend interpretiert.

## **LP 4 'Optische Interferometer'** (3 TeilnehmerInnen)

Interferometer sind wesentliche Messinstrumente für höchst präzise Messungen in Industrie und Forschung. Es wird in die Funktionsweise eines optischen Interferometers eingeführt und einfache Demonstrationsmessungen werden durchgeführt.

## **LP 5 'Akusto-Optischer Effekt'** (4 TeilnehmerInnen)

Laserlicht kann mit Hilfe akustischer Wellen abgelenkt und moduliert werden. Dieser Effekt soll durch die Versuchsteilnehmer untersucht und charakterisiert werden. Hierzu werden Laser im sichtbaren Spektralbereich durch eine Ultraschallwelle in einem Wasserbad gerichtet und die Ablenkung und das zeitliche Amplitudenverhalten beobachtet.

## LP 6 'Interferenz am Doppelspalt' (4 TeilnehmerInnen)

Das Doppelspaltexperiment ist eines *der* Schlüsselexperimente der Physik und gilt als das wichtigste Experiment der Quantenphysik. Im 19. Jahrhundert wurde es erstmals durchgeführt, um die Wellennatur des Lichts zu beweisen. Doch auch mit kleinsten Teilchen, z.B. Elektronen lässt sich dieses Experiment durchführen, was zu Ergebnissen führt, die zunächst einmal sehr überraschend sind. Der vorliegende Versuch wird mit einzelnen Lichtquanten oder „Licht-Teilchen“, den sogenannten Photonen durchgeführt, wobei die faszinierende Frage auftaucht, ob ein Photon durch zwei Spalte gleichzeitig gehen kann.

Änderungen vorbehalten!