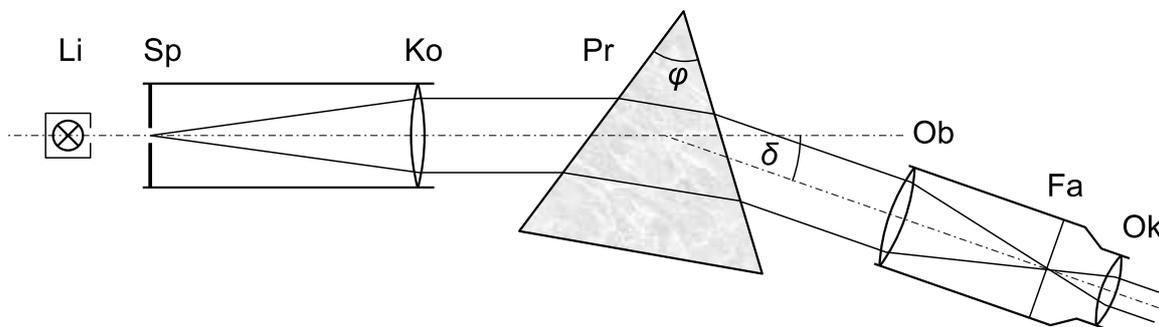


## 1.4 Wellenlängenbestimmung mit dem Prismenspektrometer

### 1 Allgemeines, Aufbau

Spektrometer dienen zur Messung von Lichtwellenlängen. Der Aufbau des hier verwendeten Prismenspektrometers ist in Abbildung 1 zu erkennen. Die zu untersuchende Lichtquelle Li beleuchtet einen Spalt Sp, der in der Brennebene der Kollimatorlinse Ko steht. Aus dem Kollimator fällt paralleles Licht auf das Prisma Pr und wird von ihm wellenlängenabhängig unterschiedlich stark abgelenkt. Das gebrochene Licht wird durch



Li	-	Lichtquelle	Pr	-	Prisma			
Sp	-	Spalt	Ob	-	Objektiv			
Ko	-	Kollimator	Fa	-	Fadenkreuz	Ok	-	Okular

Abbildung 1: Aufbau des Prismenspektrometers

das Fernrohrobjektiv Ob auf ein Fadenkreuz Fa abgebildet. Mit dem Okular Ok wird das Fadenkreuz und das an gleicher Stelle entstehende Bild des Spaltes betrachtet. Durch Schwenken des Fernrohres kann das Fadenkreuz mit dem Spaltbild zur Deckung gebracht und der Fernrohrwinkel an einer mit dem Fernrohr verbundenen Winkelskala abgelesen werden. Da der Brechungsindex  $n$  des Glases wellenlängenabhängig ist, ist der Ablenkwinkel  $\delta$  ein Maß für die Wellenlänge des beobachteten Lichtes. Enthält das Licht der Quelle Komponenten unterschiedlicher Wellenlängen, so entsteht in der Brennebene des Objektivs das Spektrum der Lichtquelle. In diesem Versuch ist mit Hilfe des Spektrums von Natrium eine Kalibrierkurve für das Spektrometer aufzunehmen und mit seiner Hilfe dann die Wellenlängen mehrerer Linien von Quecksilber zu bestimmen.

### 2 Durchführung

Beachten Sie in diesem Versuch folgende **wichtige Hinweise**:

- **Schalten Sie die Natriumdampfampe (gelbes Licht) zwischendurch nicht aus.**
- **Fassen Sie das Prisma nur an den matten Flächen an.**

Vor Beginn der Messung ist das Spektrometer zunächst möglichst genau zu justieren:

- Stellen Sie das Fadenkreuz durch Drehen am inneren gerändelten Konterring senkrecht. Durch leichtes Herausziehen des Okulars am äußeren Konterring kann das Fadenkreuz scharf gestellt werden.
- Lösen Sie ohne Anwendung von Werkzeug oder Gewalt an den zwei Knebelschrauben das Fernrohr aus dem Aufbau und stellen Sie es auf dem Flur auf „Unendlich“ ein. Visieren Sie hierzu ein sehr weit entferntes Objekt an und stellen Sie das Fernrohr scharf. Setzen Sie das Fernrohr wieder in den Aufbau und verstellen Sie es ab jetzt nicht mehr.
- Schauen Sie durch das Fernrohr ohne Prisma direkt in den Kollimator und drehen Sie an der Rändelschraube des Kollimators (die größere, vorne links) bis ein scharfes Spaltbild erscheint.

Durch dieses Vorgehen ist gewährleistet, dass das Licht zwischen Kollimator und Objektiv parallel ist.

- Stellen Sie den Eintrittsspalt an der entsprechenden Schraube (die kleinere, hinten rechts) so schmal wie möglich und justieren Sie das Fernrohr durch leichtes Verdrehen der Knebelschrauben so ein, dass der Helligkeitssprung im Spaltbild in der Mitte des Fadenkreuzes liegt. Der Spalt kann durch Lösen des hinteren Konterringes am Kollimator senkrecht gestellt werden.

Der Helligkeitssprung wird durch ein Umlenkprisma verursacht, das vor der unteren Hälfte des Spaltes steht. Es ermöglicht eine seitliche Beleuchtung des Spaltes.

Für Messungen können Prismen bzw. Gitter in die Halterung auf dem Tisch des oberen Drehtellers eingesetzt und mit der Plastikschaube festgestellt werden. Die Höhe des Tisches kann nach Lösen der Schraube mit dem langen Schaft eingestellt werden. Die Lage des Tisches kann mit Hilfe der drei Knebelschrauben unterhalb des Tisches korrigiert werden. Die Stellung ist richtig, wenn der Helligkeitssprung bei der Beobachtung des von der Prismenoberfläche reflektieren Lichtes in beiden Stellungen in der Mitte des Fadenkreuzes erscheint (s.u.). Der Tisch lässt sich nach Lösen der kleineren sich links unten am Fuß des Spektrometers befindenden Schraube verdrehen. Nach Feststellen dieser Schraube kann er durch Drehen der größeren der beiden Schrauben feinjustiert werden. In gleicher Weise kann das Fernrohr bewegt werden. Die entsprechenden Schrauben befinden sich unterhalb der Fernrohrbefestigung. Die zu Fernrohr und Teller gehörenden Winkel sind an der zwischen den beiden Drehtellern fest angebrachten Winkelskala und den jeweils zwei Nonii abzulesen. Hierzu benutze man die beigegefügte Lupe.

Der Abstand zweier Teilstriche auf der Winkelskala beträgt 20 Bogenminuten. Die Nonii sind in 40 Teilstriche unterteilt, so dass ein Skalenteil 0,5 Bogenminuten entspricht. Diese Noniusskalenteile überdecken 39 Winkelskalenteile, wodurch die Winkel auf 0,5 Bogenminuten genau abgelesen werden können. Stehen Winkelskala und Nonius wie in Abbildung 2 so beträgt der korrekt abgelesene Winkel  $240^{\circ} 6,5'$ .

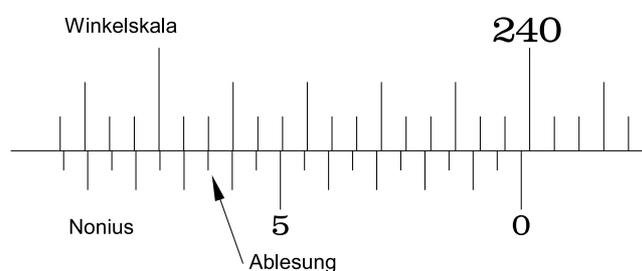


Abbildung 2: Beispiel für eine Noniusablesung

## 2.1 Bestimmung des brechenden Winkels

Als erstes ist der *brechende Winkel*  $\varphi$  des Prismas zu bestimmen.

### Aufgaben:

1. Setzen Sie dazu das Prisma mit der Basis gegen den Haltebügel gerichtet auf den Tisch und ziehen Sie die Halteschraube mit der Hand leicht an. Drehen Sie nach Lösen der Arretierung den Drehteller so, dass das Prisma mit der Spitze zum Kollimator zeigt. Arretieren Sie den Drehteller wieder.
2. Messen Sie die Winkel unter denen das von den Prismenseitenflächen reflektierte Licht erscheint. Der Differenzwinkel ist das Doppelte des brechenden Winkels (Abb 3). Ermitteln Sie den Fehler  $\Delta\varphi$  indem Sie die Arretierung ein wenig verändern und die Messung wiederholen. Beurteilen Sie, ob der bestimmte Fehler realistisch ist.

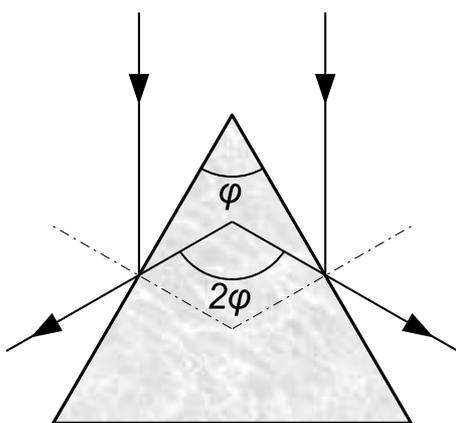


Abbildung 3: Messung des brechenden Winkels  $\varphi$

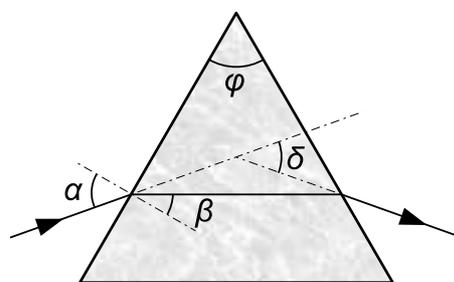


Abbildung 4: Symmetrischer Strahlengang

## 2.2 Aufnahme der Kalibrierkurve

Abbildung 5 zeigt einen Teil des Natriumspektrums. Bestimmen Sie folgendermaßen die Kalibrierkurve des Spektrometers.

### Aufgaben:

1. Stellen Sie den Drehteller wie in Abbildung 4 gezeigt ein. Suchen Sie das Spektrum zunächst mit dem Auge. Visieren Sie dann die auszumessenden Linien mit dem Fernrohr an und drehen Sie das Prisma bis symmetrischer Strahlengang vorliegt (der Ablenkwinkel  $\delta$  ist dann minimal). Bringen Sie Fadenkreuz und Linie zur Deckung und lesen Sie den Fernrohrwinkel an der Winkelskala und am Nonius ab.
2. Messen Sie die Fernrohrwinkel für möglichst viele Linien.
3. Ermitteln Sie durch eine Wiederholungsmessung an einer Linie den Fehler der Fernrohrwinkel.
4. Drehen Sie das Prisma um, sodaß das Licht zur anderen Seite hin abgelenkt wird. Messen Sie die entsprechenden Fernrohrwinkel für den symmetrischen Strahlengang. Die Hälfte des Differenzwinkels beider Fernrohrwinkel ist der Ablenkwinkel  $\delta$ . Tragen Sie  $\delta$  auf Millimeterpapier über der Wellenlänge  $\lambda$  auf und legen Sie per Hand eine „glatte“ Kurve durch ihre Werte. Konstruieren Sie aus dem Fehler für den Fernrohrwinkel einen „Fehlerschlauch“.

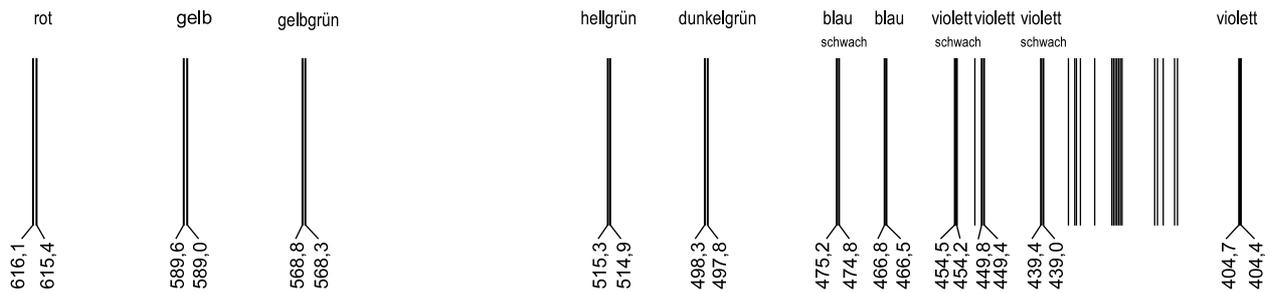


Abbildung 5: Spektrum des Natriums (Wellenlängen in nm)

### 2.3 Bestimmung der Wellenlängen beim Quecksilber

Mit Hilfe der Kalibrierkurve sind nun die Wellenlängen dreier Linien des Quecksilbers zu bestimmen.

#### Aufgaben:

- Schalten Sie die Quecksilberdampfampe an und stellen Sie sie hinter den Eintrittsspalt. Rücken Sie die Natriumdampfampe nur zur Seite.
- Messen Sie wie oben beschrieben die Fernrohrwinkel der beiden gelben und der grünen Quecksilberlinie und bestimmen Sie daraus die Ablenkwinkel  $\delta$ . Tragen Sie die Ablenkwinkel in die Kalibrierkurve ein und bestimmen Sie die Wellenlängen  $\lambda$  der Linien und ihre Fehler  $\Delta\lambda$ .

### 2.4 Bestimmung des Brechungsindex

Aus brechendem Winkel  $\varphi$  und Ablenkwinkel  $\delta$  lässt sich der Brechungsindex  $n$  des Glases bestimmen. Nach dem Brechungsgesetz gilt in Abbildung 4

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n.$$

Wegen des symmetrischen Strahlenganges gilt

$$\beta = \varphi/2, \quad \text{und} \quad \alpha = \delta/2 + \varphi/2.$$

Hieraus folgt

$$n = \frac{\sin(\delta/2 + \varphi/2)}{\sin \varphi/2}.$$

#### Aufgabe:

- Berechnen Sie den Brechungsindex  $n$  aus den gemessenen Größen  $\delta$  und  $\varphi$  für mindestens drei Wellenlängen des Natriumspektrums. Vergleichen Sie Ihr Ergebnis mit Literaturwerten.

#### Literatur:

Bergmann-Schaefer, Band III Optik, §§ 2.10 und 3.9 (8. Aufl.),  
Westphal, Kleines Physikalisches Praktikum (Fehlerrechnung).