

**Aufgaben:**

- 1.) Bestimmen Sie den Brechungsindex des Glaskörpers und den von Wasser mit dem „alten“ Refraktometer (Wollaston-Refraktometer).
- 2.) Bestimmen Sie die Brechungsindizes der vorhandenen 'Flüssigkeiten mit dem „neuen“ Refraktometer.
- 3.) Bestimmen Sie die mittlere Dispersion  $n_F - n_C$  und die ABBE'sche Zahl  $v$  der vorhandenen Flüssigkeiten.

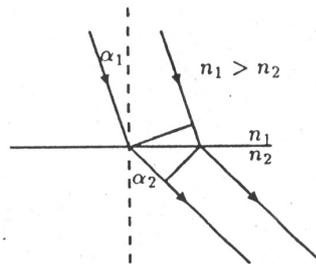


Abbildung 1: Strahlengang beim Übergang des Lichtes von einem Material in ein anderes

**Grundlagen:**

Die Abhängigkeit der Richtung  $\alpha_2$  des ausfallenden Strahles (bezüglich des Einfallslotes) von der Richtung des einfallenden Strahles an einer Grenzfläche zweier Stoffe wird durch das SNELLIUS'sche Brechungsgesetz beschrieben:

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{c_1}{c_2} = \frac{n_2}{n_1} = \text{konstant} \quad (1)$$

$c$  steht für die Phasengeschwindigkeiten des Lichtes im jeweiligen Stoff,  $n$  für die Brechungsindizes. Der Brechungsindex eines Stoffes ist definiert durch:

$$n = \frac{c_0}{c} \quad (2)$$

wobei  $c_0$  und  $c$  die Phasengeschwindigkeiten des Lichtes im Vakuum und im jeweiligen Stoff sind.

Von zwei Stoffen nennt man den mit dem größeren Brechungsindex optisch dichter. An jeder Grenzfläche wird ein Teil des Lichtes gebrochen, der andere Teil wird reflektiert. Trifft ein Lichtstrahl unter genügend großem Einfallswinkel  $\alpha > \alpha_T$  vom optisch dichteren auf die Grenzfläche zu einem optisch dünneren Stoff, so wird das ganze Licht reflektiert (Totalreflexion).  $\alpha_T$  heißt Grenzwinkel der Totalreflexion. Bei  $\alpha_1 = \alpha_T$  ist  $\alpha_2 = 90^\circ$  und somit gilt:

$$\sin \alpha_T = \frac{n_2}{n_1} \quad (3)$$

wobei  $n_1 > n_2$  sein muss.

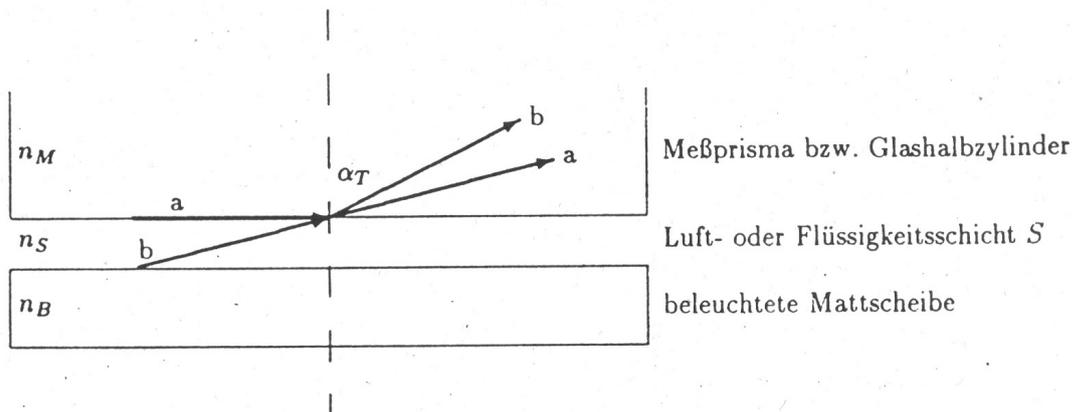


Abbildung 2: Skizze des Strahlenganges im Refraktometer. Strahl a: streifender Einfall. Strahl b: Einfall unter kleinem Winkel. Die Flüssigkeitsschicht ist hier in Richtung des Einfallslotes stark überhöht gezeichnet; in Wirklichkeit ist sie sehr dünn.

Bei den hier benutzten Refraktometern treten Lichtstrahlen von einer beleuchteten Mattscheibe diffus in eine Luft- oder Flüssigkeitsschicht  $S$  ein. Der Brechungsindex  $n_S$  dieser Schicht  $S$  muss kleiner sein als der Brechungsindex  $n_M$  des Messprismas (bzw. des Glashalbzyinders beim „alten“ Refraktometer). Beim Übergang des Lichtstrahls von der Flüssigkeitsschicht in das Messprisma ist der Strahl mit dem größten Einfallswinkel ( $\alpha_1 = 90^\circ$ , „streifender Einfall“) auch der Strahl mit dem maximalen Ausfallswinkel ( $\alpha_2 = \alpha_T$ ). Für Beobachtungswinkel  $\alpha_2 > \alpha_T$  wird das Blickfeld dunkel; die Grenzlinie zwischen hell und dunkel entspricht dem Beobachtungswinkel  $\alpha_2 = \alpha_T$ .

Beim „alten“ Refraktometer wirkt der Halbzyylinder als Zylinderlinse und vereinigt alle unter  $\alpha_T$  gebrochenen Strahlen in einer Linie. Bei der Winkelmessung müssen Sie die Hell-Dunkel-Trennlinie, den Ablesefaden am Winkelmesser und die (eingritzte) Achse des Glashalbzyinders zur Deckung bringen.

Beim ABBE-Refraktometer liegt das Beleuchtungsprisma (entspricht der Mattscheibe in Abbildung 2, aber in Form eines Prismas) oben, das Messprisma liegt unten. Im Inneren des Gerätes leitet ein drehbarer Umlenkspiegel das Licht in das Beobachtungsfernrohr.

Sie werden feststellen, dass die Trennlinie einen Farbsaum besitzt. Dieser wird durch die Dispersion hervorgerufen. Als Dispersion bezeichnet man die Abhängigkeit der Brechungsindizes von der Wellenlänge des eingestrahlteten Lichtes. Beim ABBE-Refraktometer wird die Dispersion der untersuchten Substanzen kompensiert; dies geschieht durch zwei weitere (AMICI'sche) Prismen, die gegeneinander um die Fernrohrachse gedreht werden können. Es gibt zwei - zur Null-Lage symmetrische - Stellungen der Prismen, bei denen der Farbsaum verschwindet.

Die Skala des ABBE-Refraktometers liefert den Brechungsindex  $n_D$  für gelbes Licht. Die mittlere Dispersion ist definiert als die Differenz des Brechungsindex  $n_F$  für blaugrünes Licht und des Brechungsindex  $n_C$  für rotes Licht<sup>2</sup>. Die mittlere Dispersion kann anhand der am Versuchsplatz ausliegenden Tabellen aus dem für gelbes Licht ermittelten Brechungsindex  $n_D$  und der abgelesenen Stellung der AMICI'schen Prismen bestimmt werden.

Die ABBE'sche Zahl ist definiert durch:

$$v = \frac{n_D - 1}{n_F - n_C} \quad (4)$$

Sie gibt das Verhältnis zwischen Brechung und Dispersion an und kann damit zur groben Charakterisierung der optischen Eigenschaften eines Stoffes benutzt werden.

<sup>2</sup>  $n_D, n_F, n_C$  sind die Brechungsindizes für Licht mit den Wellenlängen der Fraunhofer'schen Spektrallinien:  
 $\lambda_D = 589,3 \text{ nm}$  (gelbe Doppellinie des Natriums)  
 $\lambda_F = 486,1 \text{ nm}$  (blaugrüne Linie des Wasserstoffes)  
 $\lambda_C = 656,3 \text{ nm}$  (rote Linie des Wasserstoffes)

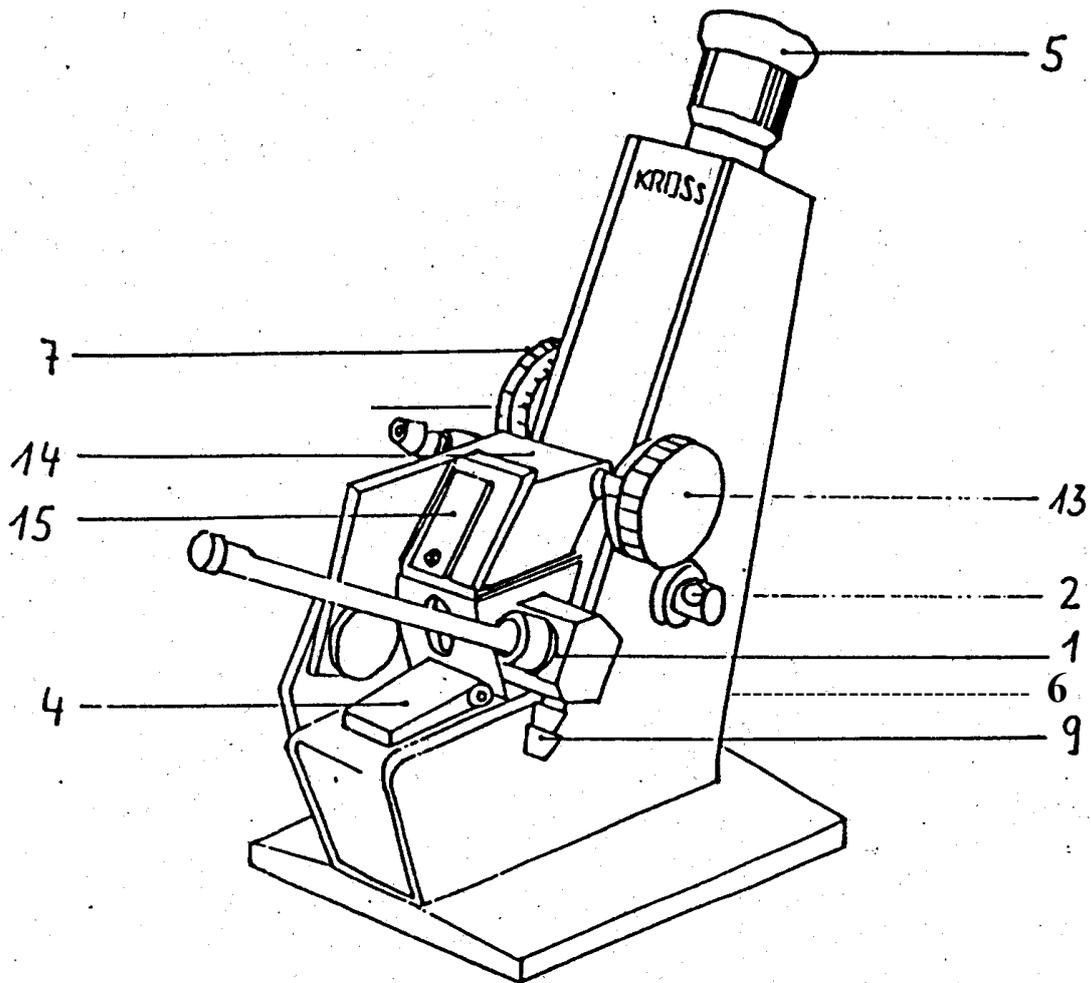


Abbildung 3: Skizze des ABBE - Refraktometers

**Durchführung:**

Bestimmen Sie zunächst mit dem „alten“ Refraktometer den Brechungsindex des Glaskörpers. Hierbei wird für die Luftschicht  $n_2 = 1$  gesetzt. Dann wird zwischen den Glashalbzylinder und die Mattscheibe des „alten“ Refraktometers ein Tropfen Wasser gebracht und dessen Brechungsindex  $n_1$  bestimmt.

Mit dem ABBE- Refraktometer ist die Messung wie folgt mit allen Flüssigkeiten durchzuführen:

- 1.) Entriegeln Sie das Beleuchtungsprisma (14) durch Drehen des Knopfes (13) und klappen Sie es auf.
- 2.) Geben Sie ein oder zwei Tropfen der Flüssigkeit (bei den leicht verdunstenden organischen Flüssigkeiten bis zu etwa sechs Tropfen) auf das nun offenliegende Messprisma. Klappen Sie das Beleuchtungsprisma herunter, und schließen es mit dem Knopf (13).
- 3.) Schalten Sie die Beleuchtung am Transformator ein.
- 4.) Blicken Sie durch das Okular (5) und drehen Sie es nach links oder rechts, bis das Bild der Skala scharf erscheint.
- 5.) Fahren sie durch Drehen am Triebknopf ((6) „Adjustment“ auf der Rückseite) den Messbereich ab. Wenn im oberen Teil des Gesichtsfeldes eine Hell-Dunkel-Teilung erscheint, dann wird....

6.) mit dem Kompensatorknopf ((7) „Dispersion Correction“ oberhalb des Triebknopfes) der Farbsaum um die Trennlinie beseitigt, bis eine schwarz-weiße Trennlinie erreicht ist. Die Dispersion der Substanz ist damit kompensiert. (Der Kompensatorknopf ist mit den AMICI-Prismen im Inneren des Gerätes gekoppelt.)

7.) Stellen Sie die Hell-Dunkel-Linie dann genau auf den Schnittpunkt des Fadenkreuzes ein und lesen auf der Skala darunter den Brechungsindex auf vier Dezimalstellen genau ab. Drehen Sie am Triebknopf (6) und messen Sie erneut. Bilden Sie aus mindestens sechs Werten den Mittelwert

8.) Um den Farbsaum an der Trennlinie zu eliminieren sind zwei Stellungen des Kompensatorknopfes möglich. Auf diesem Knopf befindet sich ein Skalenring. Stellen Sie die beiden möglichen Positionen im Wechsel ein und bestimmen Sie den jeweiligen Wert  $Z$  mindestens sechsmal und bilden Sie den Mittelwert.

9.) Aus den Mittelwerten für  $n_D$  und  $Z$  können Sie anhand der am Versuchsplatz ausliegenden Tabellen mit Hilfe der Formel  $n_F - n_C = A + B \cdot \alpha$  die mittlere Dispersion und die ABBE'sche Zahl bestimmen.

10.) Sofort nach dem Ausmessen einer Flüssigkeit müssen Sie die Glasflächen der Prismen mit einem **sauberen** Zellstofftuch **vorsichtig** reinigen.

11.) Durch die Wärmeausdehnung der Prismen und der Metallteile des ABBE - Refraktometers kann ein nicht zu vernachlässigender Fehler auftreten. Lesen Sie deshalb am eingebauten Thermometer die Temperatur ab und korrigieren Sie mittels der am Versuchsplatz ausliegenden Tabelle den Wert für  $n_D$ .

#### **Literatur:**

Bergmann, Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Band III, Optik

Bergmann, Schäfer, Kliefroth: Grundaufgaben des Physikalischen Praktikums

Kohlrausch. Praktische Physik: Band I

Gerthsen, Kneser, Vogel: Physik

---

Version: Jan 18