



PHYSIKALISCHES EINFÜHRUNGSPRAKTIKUM

Versuchsprotokoll

P3 : O5 – Polarimetrie

Versuchsort: Raum 315 - 2

Versuchsbetreuer: Dr. Müller, Uwe

Name:

Drobniewski, Kai;

Matr.Nr.:

Versuchspartner:

;

Matr.Nr.:

Matr.Nr.:

04. Februar 2009

Inhaltsverzeichnis

1. Abstrakt	1
2. Versuchsaufbau und -durchführung	1
3. Messergebnisse und Auswertung	2
3.1 Optische Aktivität an Quarzplatten	2
3.2 Optische Aktivität an Zuckerlösungen	3
4. Fehleranalyse und Ergebniseinschätzung	6
4.1 Auswertung der Ergebnisse	6
5. Anhang	7
5.1 Messdatenprotokoll.....	7

1. ABSTRAKT

In dem Versuch soll die optische Aktivität von vier Quarzplatten und 10 Zuckerlösungen untersucht werden. Dazu erfolgt eine Messung des Drehwinkels mittels eines Halbschattenpolarimeters (nach Laurent).

Ziel ist die Darstellung des Drehwinkels in Abhängigkeit von den Dicken, bzw. den Konzentrationen der Proben, sowie die Berechnung des spezifischen Drehvermögens, bzw. der spezifischen Drehung.

2. VERSUCHSAUFBAU UND -DURCHFÜHRUNG

Das annähernd monochromatische Licht einer Na-Spektrallampe ($\lambda = 589,3\text{nm}$) wird linear polarisiert und durchstrahlt danach die Probe. Diese dreht das Licht um einen unbekannt Winkel α und passiert daraufhin einen weiteren Polarisationsfilter, der drehbar und mit einer Winkelskala verbunden ist. Der Nullpunkt wurde hierbei bei $-0,1^\circ$ festgestellt und die Ablesung erfolgte immer von der rechten Skala.

Das austretende Licht wird dann vom Auge des Experimentators wahrgenommen und zeigt je nach Stellung des letzten Polarisators ein bestimmtes Muster, mithilfe dessen man den Drehwinkel bestimmen kann (von einem Helligkeitsminimum zum Nächsten).

Für detailliertere Informationen betrachte man das Script.

Benutzte Messmittel, bzw. angegebene Unsicherheiten:

MESSINSTRUMENT	MESSUNSICHERHEIT
Winkelmesser	$0,1^\circ$
Dicke der Quarzplatten	0,0005 mm
Länge der Lösungen	50 μm
Konzentration der Lösungen	5 %

Für die Messungen wird eine konstante Raumtemperatur von etwa 20°C angenommen. Auswirkungen von leichten Temperaturschwankungen dürften so gering sein, dass sie vernachlässigbar sind.

Berechnungen erfolgten per Hand und unter Verwendung von „QtiPlot“.

Folgende Formeln aus dem Script wurden verwendet:

$$\alpha = \alpha' \cdot d \quad \Leftrightarrow \quad \alpha' = \frac{\alpha}{d} \quad (1)$$

α – Drehwinkel
 α' – spezifisches Drehvermögen
 d – Schichtdicke

$$\alpha = \frac{\alpha_0 \cdot d \cdot c}{100} \quad \Leftrightarrow \quad \alpha_0 = \frac{100 \cdot \alpha}{d \cdot c} \quad (2)$$

α_0 – spezifische Drehung
 c – Konzentration

3. MESSERGEBNISSE UND AUSWERTUNG

3.1 Optische Aktivität an Quarzplatten

Drehwinkel der vier Quarzplatten

Anzahl n	α_1 in °	α_2 in °	α_3 in °	α_4 in °
1	8,7	17,3	26,1	34,6
2	8,8	17,3	26,0	34,6
3	8,7	17,4	26,1	34,7
4	8,6	17,4	26,1	34,6
5	8,7	17,3	26,0	34,7
6	8,7	17,4	26,1	34,6
Mittelwert	8,7	17,35	26,07	34,63
Standartabweichung	0,063	0,055	0,052	0,052
Vertrauensbereich	0,026	0,022	0,021	0,021

Das spezifische Drehvermögen α' der Quarzplatten wird nun mithilfe der Formel (1) berechnet, wobei wir, wie in 2. Erwähnt, eine konstante Temperatur von 20°C annehmen. Ebenso wurden die Schnittlage und die Wellenlänge (siehe 2.) ebenfalls konstant gehalten.

Die Unsicherheit berechnet sich dann mit folgender Formel:

$$u_{\alpha'} = \sqrt{\left(\frac{\partial \alpha'}{\partial \alpha} u_{\alpha}\right)^2 + \left(\frac{\partial \alpha'}{\partial d} u_d\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{1}{d} u_{\alpha}\right)^2 + \left(-\frac{\alpha}{d^2} u_d\right)^2}$$

Ergebnisse für das spezifische Drehvermögen

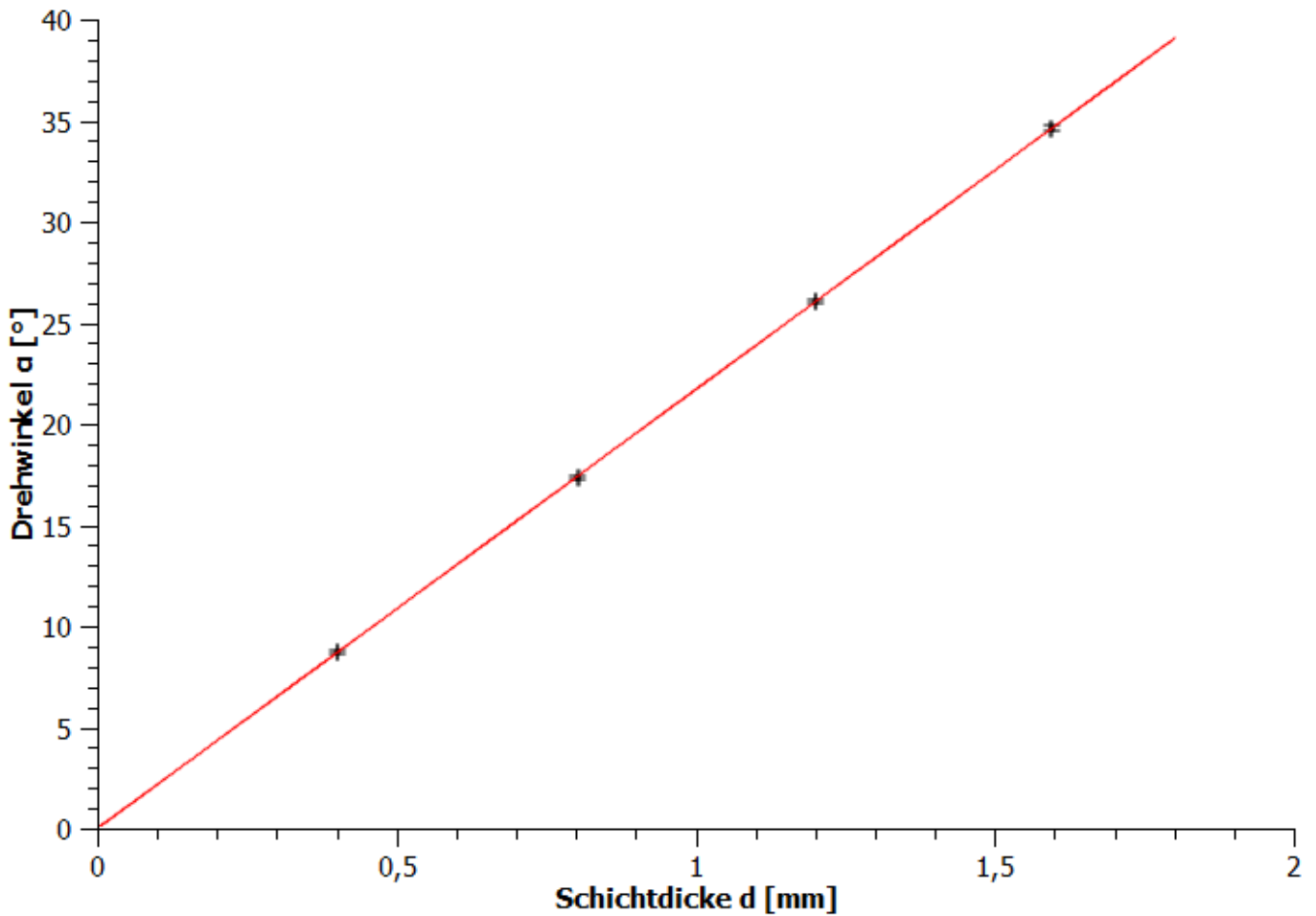
Probe	Schichtdicke d in mm	spezifisches Drehvermögen α' in °/mm
1	0,4020±0,0005	21,64±0,25
2	0,8040±0,0005	21,58±0,13
3	1,2013±0,0005	21,7±0,08
4	1,5943±0,0005	21,72±0,06

Das spezifische Drehvermögen kann man aber auch durch eine lineare Regression erhalten.

α' ergibt sich dabei aus dem Anstieg der Regressionsgeraden mit der Modellfunktion $y=a*x$.

$$\alpha' = a = (21,69 \pm 0,03) \frac{^\circ}{mm}$$

Abbildung 1 : Lineare Regression der 1. Messreihe



3.2 Optische Aktivität bei Zuckerlösungen

Zusammenfassung der 2. Messreihe

Lösung	Mittelwert des Drehwinkel α [°]	Standartabweichung	Vertrauensbereich
1	3,07	0,052	0,021
2	6,63	0,052	0,021
3	9,77	0,137	0,056
4	13	0,126	0,052
5	19,18	0,194	0,079
6	25,5	0,456	0,186
7	33,42	0,183	0,075
8	38,57	0,207	0,084
9	46,18	0,147	0,06
10	52,4	0,12	0,045

Aufgrund des Umfangs der 2. Messreihe (siehe Anhang) wurde nur die Zusammenfassung der Daten aufgeführt, wobei zu beachten ist, dass der Experimentator nach der 2. Lösung gewechselt wurde.

Die spezifische Drehung α_0 der Zuckerlösungen wird nun mithilfe der Formel (2) berechnet.

Dafür muss die Konzentration in $\frac{g}{100cm^3}$ umgerechnet werden.

Die Unsicherheit berechnet sich dann mit folgender Formel:

$$u_{\alpha_0} = \sqrt{\left(\frac{\partial \alpha_0}{\partial \alpha} u_{\alpha}\right)^2 + \left(\frac{\partial \alpha_0}{\partial d} u_d\right)^2 + \left(\frac{\partial \alpha_0}{\partial c} u_c\right)^2}$$

$$u_{\alpha_0} = \sqrt{\left(\frac{100}{d \cdot c} u_{\alpha}\right)^2 + \left(-\frac{100 \cdot \alpha}{d^2 \cdot c} u_d\right)^2 + \left(-\frac{100 \cdot \alpha}{d \cdot c^2} u_c\right)^2}$$

Ergebnisse für die spezifische Drehung

Lösung	Schichtdicke d [dm]	Konzentration c $\left[\frac{g}{cm^3}\right]$	Spezifische Drehung $\alpha_0 \left[\frac{^\circ}{mm}\right]$
1	1,000±0,0005	0,05±0,0025	61±2
2	1,000±0,0005	0,10±0,005	66±1
3	1,503±0,0005	0,10±0,005	65±0,7
4	1,000±0,0005	0,20±0,01	65±0,5
5	1,000±0,0005	0,30±0,015	63,93±0,33
6	1,000±0,0005	0,40±0,02	63,75±0,25
7	2,000±0,0005	0,25±0,0125	66,8±0,2
8	1,503±0,0005	0,40±0,02	64,16±0,17
9	2,000±0,0005	0,35±0,0175	65,97±0,15
10	2,000±0,0005	0,40±0,02	65,5±0,13

Nun ermitteln wir die spezifische Drehung α_0 mittels linearer Regression mit der Modellfunktion:

$$y = mx = \alpha = \frac{\alpha_0}{100} (d \cdot c).$$

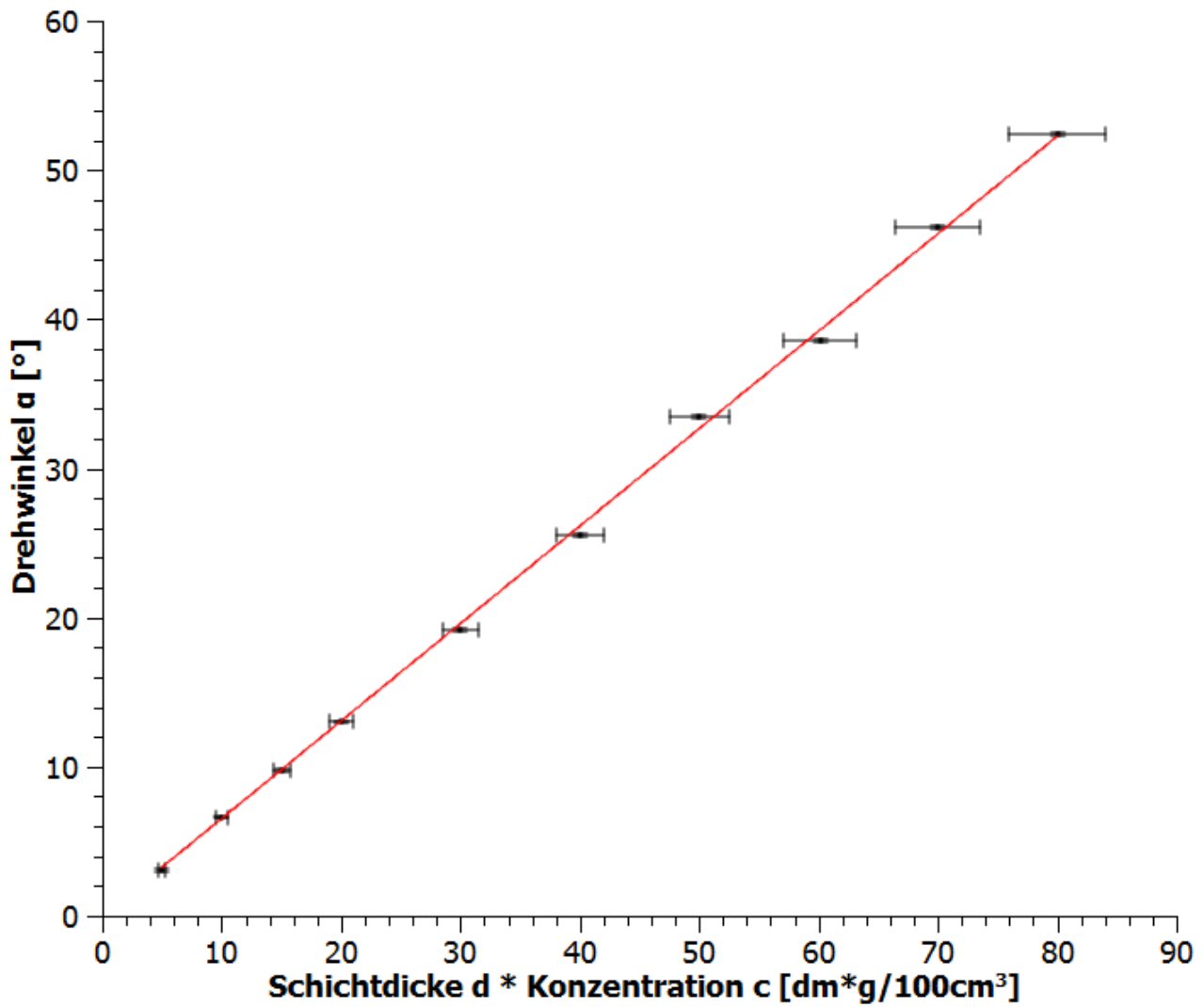
Dabei berechnen wir die Unsicherheit von $d \cdot c$ mit:

$$u_{dc} = \sqrt{\left(\frac{\partial dc}{\partial d} u_d\right)^2 + \left(\frac{\partial dc}{\partial c} u_c\right)^2} = \sqrt{(c \cdot u_d)^2 + (d \cdot u_c)^2}$$

Für den größten und kleinsten Wert von $d \cdot c$ erhalten wir damit:

$$u_1 = \pm 0,25 \frac{dm \cdot g}{100cm^3} \qquad u_{10} = \pm 4 \frac{dm \cdot g}{100cm^3}$$

Abbildung 2 : lineare Regression der 2. Messreihe



Für die spezifische Drehung erhalten wir damit:

$$\alpha_0 = 100 \cdot a = (65,319 \pm 0,003) \frac{^\circ}{mm}$$

4. FEHLERANALYSE UND ERGEBNISEINSCHÄTZUNG

4.1 Auswertung der Ergebnisse

Für das spezifische Drehvermögen der Quarzplatten haben wir mittels linearer Regression $\alpha' = (21,69 \pm 0,03) \text{ }^\circ/\text{mm}$ erhalten und durch die Rechnung die Werte aus 3.1, die alle Überschneidungen im Intervall mit diesem Ergebnis aufweisen. Auffällig ist, dass wir mit zunehmender Schichtdicke d eine geringere Unsicherheit erhalten.

Nach dem Script war für das spezifische Drehvermögen $-21,7 \text{ }^\circ/\text{mm}$ zu erwarten, wobei auffällt, dass der Betrag ziemlich genau im Intervall unseres Ergebnisses liegt, allerdings ein anderes Vorzeichen und damit eine andere Drehrichtung besitzt. Dies könnte einen Gerätefehler zur Ursache haben, was allerdings als unwahrscheinlich angesehen werden kann. Dass der Grund beim Experimentator liegt, können wir auch ausschließen, da mehrere Versuchsgruppen dieselbe Richtung berechnet haben. In diesem Fall müsste es sich dann um ein Grundverständnisproblem mehrerer Personen handeln. Grobe Messfehler sind auch auszuschließen, da sich der Betrag ja sehr genau im richtigen Intervall befindet. Somit könnte es sich noch um einen Druckfehler handeln. Betrachten wir das Protokoll von der Seite

<http://www2.tu-berlin.de/~ini-chemie/studium/protokolle/physik/phy-41-a.pdf> oder

<http://user.uni-frankfurt.de/~dweiss/Dateien/Protokolle/polarapp.pdf>

so wird dort ebenfalls ein positiver Literaturwert angegeben, womit der Druckfehler als wahrscheinlichster Grund angesehen werden kann. Da man beim zweiten Protokoll für dünnen Quarz wie unserem (unter 1mm) ebenfalls eine rechtsdrehende optische Aktivität erhält und nur für dicken Quarz (über 2mm) eine linksdrehende optische Aktivität, können wir sicher annehmen, dass der Referenzwert aus dem Script falsch ist und man das Vorzeichen nur für dickere Quarzplatten erhält.

Vergleichen wir nun die Ergebnisse aus 3.2, wo wir für die spezifische Drehung der Zuckerlösungen mittels linearer Regression $\alpha_0 = (65,319 \pm 0,003) \text{ }^\circ/\text{mm}$ erhalten und für die berechneten Werte Ergebnisse, die um dieses Intervall streuen und einige, die ihn schneiden.

Im Script ist als Referenzwert für Saccharose $665 \text{ }^\circ/\text{m}$ angegeben. Da man dafür Lösungen der Konzentration $1 \text{ g}/\text{dm}^3$ benutzt hat, muss man den Wert durch 10 teilen, um $\text{g}/100\text{cm}^3$ und damit $^\circ/\text{mm}$ zu erhalten.

Somit können wir erkennen, dass der Referenzwert die gleiche Drehrichtung aufweist, aber nicht im Intervall des Ergebnisses der linearen Regression liegt und nur in einem der berechneten Werte.

Die Abweichung vom Referenzwert dürfte nicht an Temperaturschwankungen liegen, da diese zu klein für größere Auswirkungen sein dürften. Der Grund dürfte in der Lösung liegen, die keine vollständige Saccharose, sondern ein Zuckergemisch ist.

Damit können wir annehmen, dass unsere Messung ziemlich genau ist und wir eine Zuckerlösung benutzt haben, deren Saccharoseanteil ziemlich hoch ist, aber noch andere Zuckerarten beinhaltet.