

SC - Sacchametrie

Blockpraktikum Frühjahr 2005

Alexander Seizinger, Tobias Müller
Assistent Leon Karpa

Tübingen, den 25. September 2005

1 Einführung

In diesem Versuch beschäftigt man sich genauer mit der Polarisation elektromagnetischer Wellen und optisch aktiver Medien. Als Beispiel erfolgt die Bestimmung der Konzentration von Glucose- und Fructoselösungen.

2 Theoretische Grundlagen

2.1 Zirkulare Polarisation

Bei zirkular polarisiertem Licht rotieren die \vec{E} - und \vec{B} -Feld Vektoren bei der Ausbreitung, ihre Beträge ändern sich jedoch nicht. Eine zirkular polarisierte Welle kann in zwei linear polarisierte Wellen mit Phasenverschiebung $\frac{\pi}{2}$ zerlegt werden. Analog entsteht zirkular polarisiertes Licht durch die Überlagerung zweier senkrecht zueinander polarisierter und um die Phase $\frac{\pi}{2}$ verschobener Wellen.

2.2 Optische Aktivität

Bestimmte Materialien, insbesondere Stoffe, die aus asymmetrischen Kohlenstoffmolekülen bestehen (Zucker, organische Säuren, etc.), ändern die Polarisationsrichtung von durchlaufendem Licht um einen Winkel α . Man unterscheidet zwischen links- und rechtsdrehenden Stoffen.

Experimentell ermittelt man, dass der Drehwinkel α proportional zur Konzentration C des optisch aktiven Stoffes ist.

2.3 Doppelbrechung

In manchen Stoffen (sog. optisch anisotropen Medien) ist die Wellenausbreitungsgeschwindigkeit c_m und damit der Brechungsindex n_m in verschiedenen Richtungen unterschiedlich. Neben dem ordentlichen Strahl, dessen \vec{E} -Feld Vektoren senkrecht zur Hauptachse polarisiert sind gibt es den sog. außerordentlichen Strahl, dessen \vec{E} -Feld Vektoren senkrecht zu dem ordentlichen Strahl polarisiert sind und der eine andere Ausbreitungsgeschwindigkeit c_{ao} besitzt. Die beiden Strahlen werden also unterschiedlich gebrochen.

3 Versuchsdurchführung

3.1 Versuchsaufbau

Für den ersten Teil des Versuches verwendeten wir ein Saccharimeter mit auswechselbaren Farbfilter. Dieser filtert aus dem Licht einer Lampe eine bestimmte Wellenlänge heraus. Anschliessend fällt das gefilterte Licht nach dem Durchlaufen einer Zuckerlösung auf einen Analysator.

Im zweiten Teil benutzten wir ein Saccharimeter mit bereits eingebautem Lichtfilter ($\lambda = 589\text{nm}$).

3.2 Versuchsdurchführung

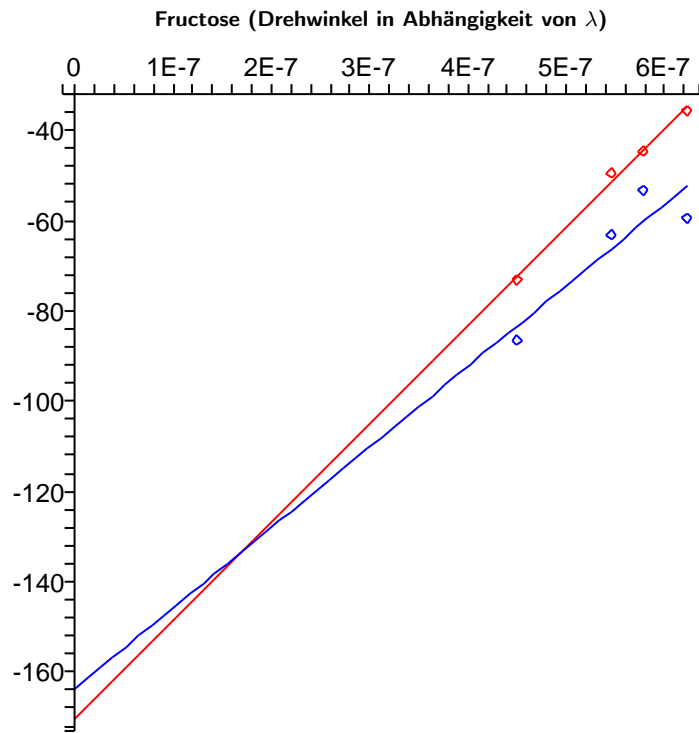
Nach der Eichung wurden nun für verschiedene Glucose- und Fructose-Lösungen bekannter Konzentration die Drehwinkel bestimmt, unter denen ein Maximum/Minimum der Helligkeit gefunden wird.

4 Auswertung

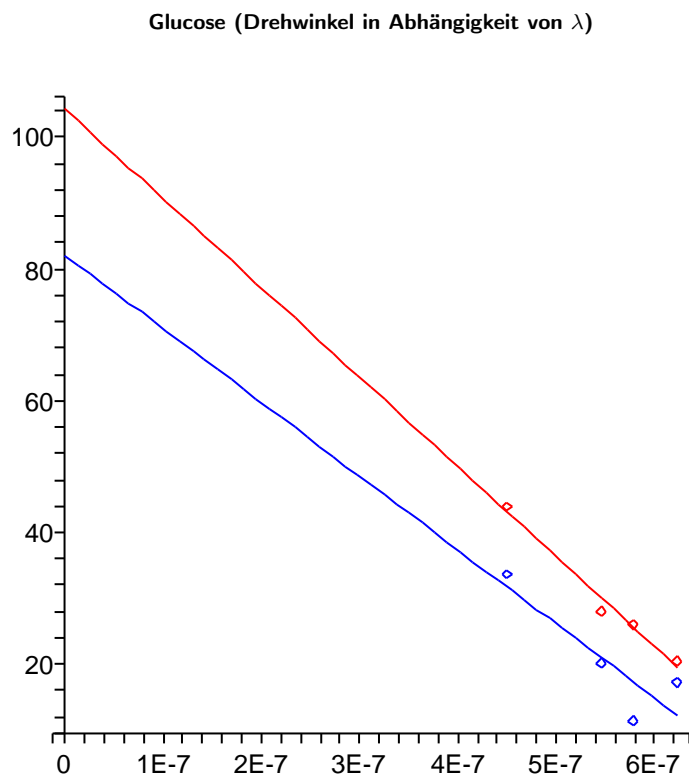
4.1 Rotationsdispersion

Lösung	λ in nm	$\alpha_{hell, kor}$	$\alpha_{dunkel, kor}$	$\alpha_{hell, org}$	$\alpha_{dunkel, org}$
D(-)-Fructose 20.01%	450	-84, 60°	-70, 95°	35, 45°	-50, 15°
D(-)-Fructose 20.01%	546	-60, 65°	-46, 75°	59, 40°	-25, 95°
D(-)-Fructose 20.01%	578	-50, 60°	-41, 65°	69, 45°	-20, 85°
D(-)-Fructose 20.01%	623	-56, 85°	-32, 60°	63, 20°	-11, 80°
D(+)-Glucose 21.31%	450	33, 65°	43, 95°	153, 70°	64, 75°
D(+)-Glucose 21.31%	546	20, 10°	28, 05°	140, 15°	48, 85°
D(+)-Glucose 21.31%	578	11, 35°	26, 05°	131, 40°	46, 85°
D(+)-Glucose 21.31%	623	17, 25°	20, 50°	137, 30°	41, 30°

Der Korrekturwert für helle Winkel ist $120,95^\circ$, für dunkle Winkel $20,80^\circ$.



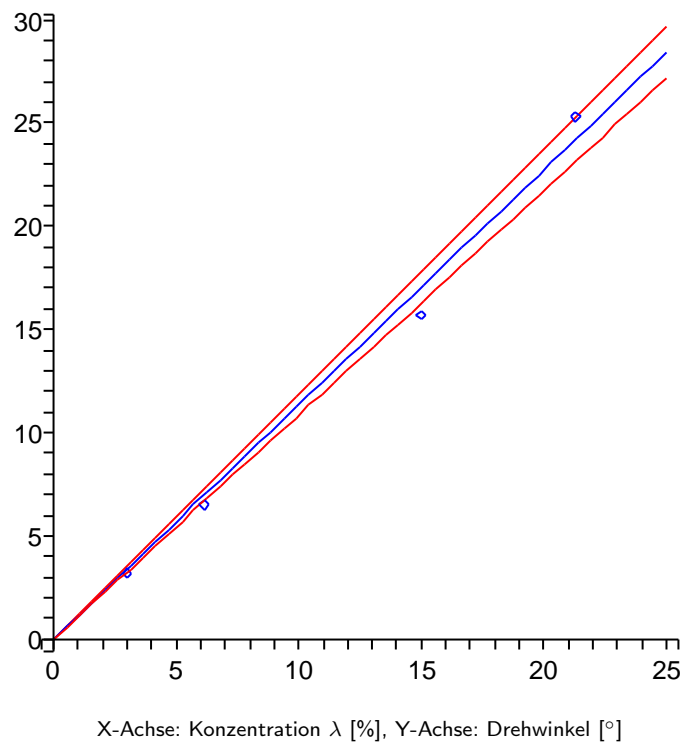
X-Achse: Wellenlänge λ [m], Y-Achse: Drehwinkel [°]
 blaue Kurve = helle Winkel, rote Kurve = dunkle Winkel



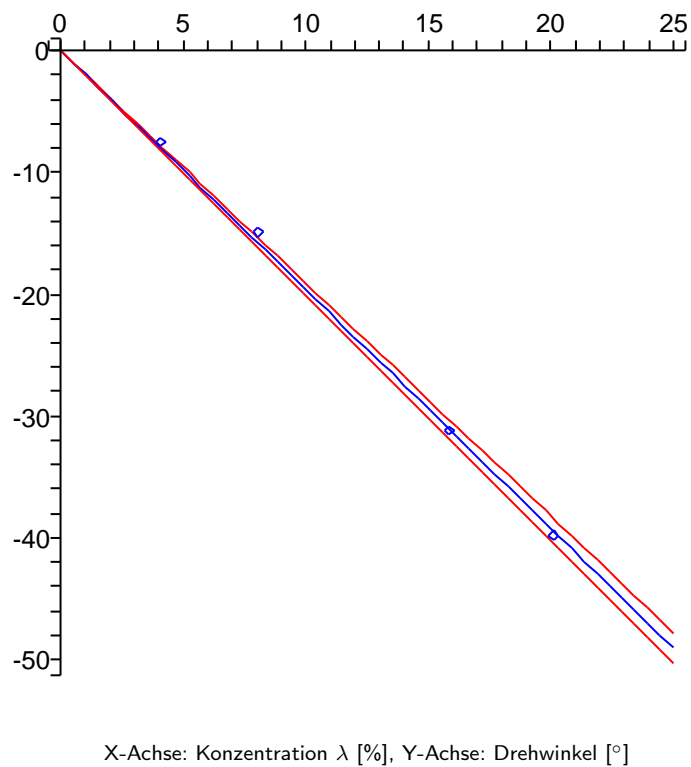
X-Achse: Wellenlänge λ [m], Y-Achse: Drehwinkel [°]
 blaue Kurve = helle Winkel, rote Kurve = dunkle Winkel

4.2 Drehvermögen

Glucose (Drehwinkel in Abhängigkeit von Konzentration)



Fructose (Drehwinkel in Abhängigkeit von Konzentration)



Aus den Ausgleichsgeraden folgt für das spezifische Drehvermögen φ :

$$\varphi_{Glucose} = (1,13 \pm 0,05)^\circ/\%$$

$$\varphi_{Fructose} = (-1,96 \pm 0,05)^\circ/\%$$

4.3 Konzentrationsbestimmung

Probelösung	Zucker	Drehwinkel α	Konzentration c
X1	Fructose	$(-7,6 \pm 0,22)^\circ$	$(2,43 \pm 0,13)\%$
X2	Glucose	$(17,6 \pm 0,33)^\circ$	$(15,49 \pm 0,74)\%$
X3	Glucose	$(7,17 \pm 0,16)^\circ$	$(6,31 \pm 0,31)\%$
X4	Fructose	$(-28,23 \pm 0,62)^\circ$	$(14,39 \pm 0,49)\%$

Die Messfehler des Drehwinkels wurden mit der Standardabweichung des Mittelwertes berechnet und die der Konzentration mit Hilfe der Gausschen Fehlerfortpflanzung:

$$\sigma_c = \sqrt{\left(\sigma_\alpha \cdot \frac{1}{\varphi}\right)^2 + \left(\sigma_\varphi \cdot \frac{\alpha}{\varphi^2}\right)^2}$$