

Das Laserpolarimeter

Ein neuer Versuchsaufbau zur Behandlung der optischen Aktivität und einige experimentelle Anwendungen

Von Robert Schwankner in Traunstein

1. Einleitung

1.1. Theorie der opt. Aktivität

Die optische Aktivität hat in den letzten Jahren immer mehr Bedeutung in der Schulchemie–Biologie gefunden, wobei leider mangels der teuren Polarisationsgeräte oft auf die experimentelle Darstellung zugunsten der Projektionsformeln (D und L !) verzichtet wurde.

Diese Arbeit soll ein wenig dazu beitragen, die experimentelle Polarimetrie mit einfachen Mitteln, geringem finanziellen Aufwand und ausreichender Genauigkeit im Schulunterricht einzuführen.

Die optische Aktivität beruht auf einer charakteristischen Wechselwirkung von Licht und bestimmten chemischen Verbindungen. *Van't Hoff* und *Le Bel* (1874) gelang der Nachweis, daß ein sogenanntes asymmetrisches Kohlenstoffatom (C^*), d. h. ein C-Atom, das mit vier *verschiedenen* Atomen oder Atomgruppen verknüpft ist, eine hinreichende, jedoch keine notwendige Bedingung für die optische Aktivität darstellt! (Optisch aktiv sind z. B. auch folgende Verbindungen: Quarz, Samariumchlorid und Natriumchlorat!)

Man nimmt heute allgemein an, daß die optische Aktivität durch besondere Ladungssysteme, wie z. B. beim asymmetrischen C-Atom, zustande kommt, jedoch gibt es noch keine Untersuchungen, die eine ausreichende Erklärung liefern.

1.2. Theorie der Meßapparatur

Ein Maß für die optische Aktivität stellt die Drehung der Ebene eines polarisierten Lichtstrahls dar, der durch einen optisch aktiven Stoff, oder dessen Lösung tritt. Dabei geschieht vereinfacht folgendes (s. Abb. 1): Licht besteht aus einer Vielzahl von überlagerten Schwingungen, deren magnetischer Vektor, wenn man den Strahl frontal betrachtet, jede beliebige Richtung einnehmen kann. Das Licht ist also in seiner Schwingungsebene nicht festgelegt. Dies kann man ändern, indem mit einem Strichgitter nur Licht einer Schwingungsebene ausgeblendet wird (= polarisiertes Licht, s. Abb. 1).

Fällt dieses nun auf ein zweites Gitter, das zum ersten senkrecht steht, so erhält man im Idealfall totale Auslöschung.

Bringt man zwischen diese beiden Filter (Gitter), die man übrigens Polarisator und Analysator nennt, eine opt. aktive Substanz, so wird die Ebene des eintretenden polarisierten Lichts gedreht, man erhält bei gekreuzten Filtern *keine* Auslöschung mehr. Den Winkel, um den man den Analysator drehen muß, um wieder vollständige Auslöschung zu erhalten, ist unter definierten Bedingungen stoffcharakteristisch und soll mit α bezeichnet werden!

Man kann durch einfache Versuche leicht feststellen, daß der Drehwinkel (α) von folgenden Größen mehr oder minder stark abhängt: Konzentra-

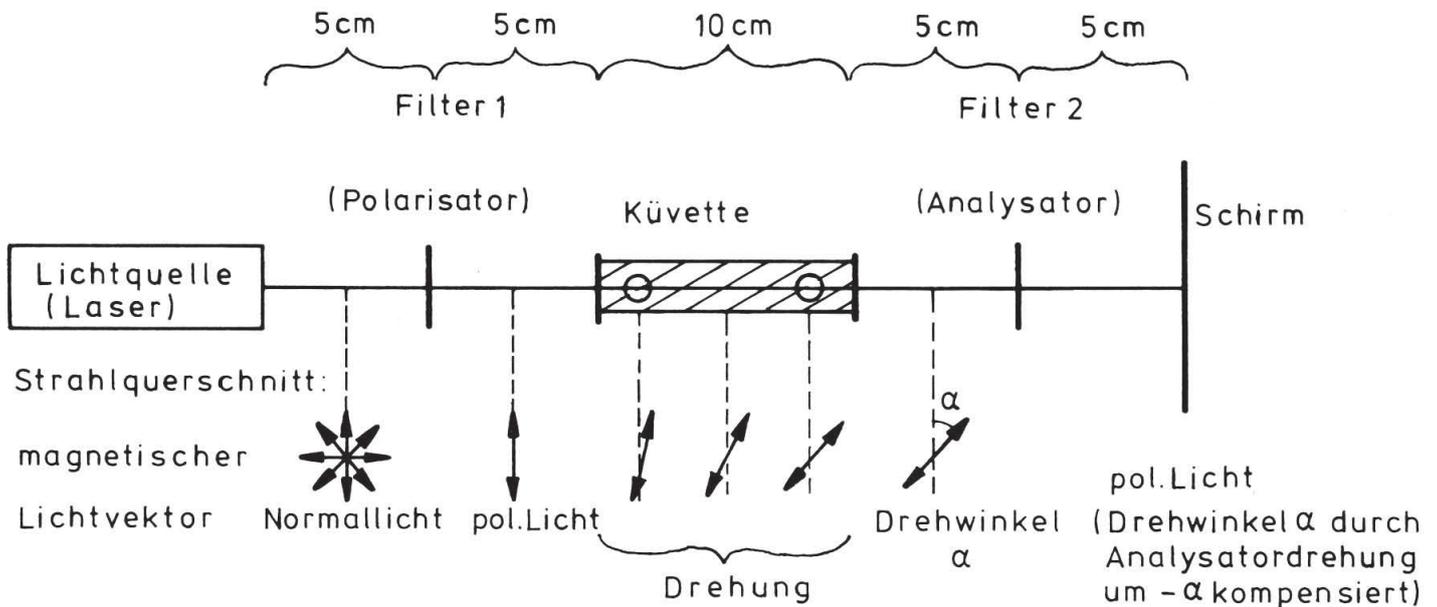


Abb. 1. Laserpolarimeter (Draufsicht, nicht maßstabgetreu!). Polarisator und Analysator in Grundstellung gekreuzt!

tion der Lösung; Temperatur; Substanz; Lösungsmittel; Zeit; Wellenlänge des verwendeten Lichts; Küvettenlänge.

1.3. Normung

Um mit dem „spezifischen Drehvermögen“ einer Substanz, vom jeweiligen Untersuchungsgerät unabhängige Werte zu erhalten, hat sich folgende Formel zur Beschreibung der optischen Aktivität als nützlich erwiesen.

$$[\alpha]_{\lambda}^{\theta} = \frac{100 \alpha}{l c}$$

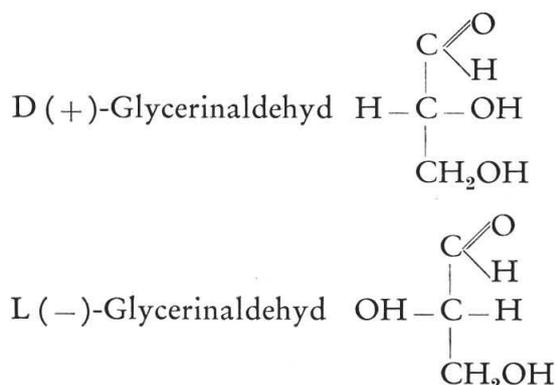
Benennung: $\frac{(\)^{\circ}}{\text{dmg}}$

Dabei bedeutet $[\alpha]_{\lambda}^{\theta}$ die spez. Drehung bei der Temperatur (meist 20°C) und der Wellenlänge λ ; c die Konzentration des Stoffes in c Gramm/100 ml (auf 100 ml auffüllen); l die Küvettenlänge in dm; α den gemessenen Drehwinkel in Altgrad.

Sowohl die spez. Drehung als auch α können negatives als auch positives Vorzeichen erhalten. Ein positives Vorzeichen gibt Drehung der Polarisations Ebene im Uhrzeigersinn an (wenn man dem Strahl nachblickt!), ein negatives analog im Gegenuhrzeigersinn.

Schon bald nach der Entdeckung der optischen Aktivität, suchte man Zusammenhänge zwischen der Konstitution verschiedener Gruppen am C*-Atom und der optischen Drehrichtung. Man glaubte auch Deutungen gefunden zu haben, also dieser oder jener Konstitution ohne weiteres Experiment ein positives oder negatives Drehvermögen zuschreiben zu können. Von diesem Irrtum hat sich die Chemie bis heute nicht „erholt“, so kann man bei *Römpp* nachlesen, daß auf dem Gebiet der Nomenklatur optisch aktiver Verbindungen „noch beträchtliche Verwirrung herrscht“. Heute weiß man jedoch, daß zwischen der Konstitution und dem optischen Drehsinn *kein* erkennbarer Zusammenhang besteht!

Die Konstitutionsangabe D und L bezieht man auf Glycerinaldehyd und fügt in Klammern das Drehvorzeichen hinzu, z. B.



2. Meßgeräte

2.1. Einfaches Polarimeter

Um nun die optische Aktivität einfach zu messen, bedient man sich einer Anordnung mit Reuterlampe, Küvette und Filtern, wie sie Abb. 2 zeigt. Dieser Aufbau ist für Schülerversuche zwar gut geeignet, jedoch werden kaum quantitative, reproduzierbare Ergebnisse erzielt, da es dem Licht an *Monochromasie* und *Bündelung mangelt!* Im Prinzip könnte man auch eine Natriumdampflampe verwenden, um die gewünschte Einfarbigkeit zu erzielen, und in der Tat sind die meisten Angaben über spezifische Drehungen (s. Tabelle 1 und [1]) auf die Natrium-D-Linie und 20° bezogen.

2.2. Laserpolarimeter

Als ideale Lichtquelle bietet sich der Laser an, da er die erforderliche Monochromasie besitzt und scharf gebündeltes Licht erzeugt. Heute ist ein Helium-Neon-Gaslaser in beinahe jeder Schulphysiksammlung zu finden, was ihn zusätzlich zu seiner einfachen Handhabung (nicht mehr heiße, gefährliche Na- oder Hg-Hochdrucklampen!) zur *idealen* Lichtquelle für polarimetrische Versuche macht. Die schwache Leistung von 1—2 mW von Schullasern ist *vollkommen* ungefährlich, jedoch sollte man es vermeiden, direkt in den Strahl zu blicken! Die meisten Schullaser sind He-Ne-Laser mit einer Wellenlänge von 632,8 nm, d. h. die in der Litera-

tur verfügbaren Daten [1] müssen auf diese Wellenlänge umgerechnet werden. Gemäß einer Privatmitteilung des Instituts für Zuckerindustrie [2] gilt folgende Beziehung, mit der der Wellenabhängigkeit der sogenannten Rotationsdispersion Rechnung getragen wird.

$$[\alpha]_{632,8}^{20} = [\alpha]_{\text{NaD}}^{20} \cdot 0,860 \quad \text{bei Zuckern.}$$

In Tabelle 1 finden sich die Drehwerte für einige Zucker in Abhängigkeit von Na-D und He-Ne! Die Abb. 1 und 3 zeigen die Meßapparatur. Der Laser soll möglichst auf der optischen Bank montiert sein oder mit einer Hebebühne nahe herangefahren werden. In den meisten Physiksammlungen sind ein Paar Linear-Polarisationsfilter vorhanden, ansonsten kann man diese günstig bei der Fa. KÄSEMANN, Oberaudorf, beziehen. Eine passende Drehfassung mit Winkeleinteilung für den Analysator erhält man bei den einschlägigen Lehrmittelfirmen! Die Anordnung wird wie in Abb. 1 aufgebaut, die Küvette mit Wasser gefüllt (Plastikküvette: Länge kontrollieren, meist 0,99 dm!) und am Analysator bei abgedunkeltem Zimmer solange gedreht, bis bei 90 Grad Zwischenwinkel Auslöschung (oder Lichtminimum, da die Filter nicht 100% sperren!) erreicht ist! Die Apparatur ist meßbereit (Abb. 3). Nun wird das Wasser ausgegossen, die Küvette mit etwas Meßflüssigkeit ausgespült und dann gefüllt! Handelt es sich um eine optisch aktive Substanz, so ist der Strahl nun wieder am Schirm sichtbar. Dreht man

Tabelle 1. (Teilweise nach [1])

| Konstitutions- vorzeichen | Zucker | $[\alpha]_{\text{NaD}}^{20^\circ\text{C}}$ | $[\alpha]_{632,8}^{20^\circ\text{C}}$ | Einstellung Gleichgewicht Mutarotation | ges. Lösung etwa: | Bemerkungen |
|------------------------------|--------------|--|---------------------------------------|--|----------------------|--|
| D | Glucose | + 52,70 | + 45,332 | 8 h | 40% | Monohydrat muß bei der Einwage auf Reinsubstanz umgerechnet werden |
| D | Fructose | − 92,0 | − 79,120 | ? | 50% | — |
| D | Galactose | + 83,90 | + 72,154 | ? | ? | — |
| D | Saccharose | + 66,50 | + 57,100 | keine! | 85% | — |
| D | Lactose | + 55,30 | + 47,558 | 10 h | 15% | Monohydrat s. o.! |
| D | Maltose | +137,5 | +118,250 | ? | ? | Monohydrat s. o.! |
| — | Invertzucker | − 19,6 | − 15,899 | ? | ? | $\frac{1}{2} \cdot 52,7 - \frac{1}{2} \cdot 92 = -20;$ $\frac{1}{2} \cdot 45,322 - \frac{1}{2} \cdot 79,120 =$ $-16,899$ |

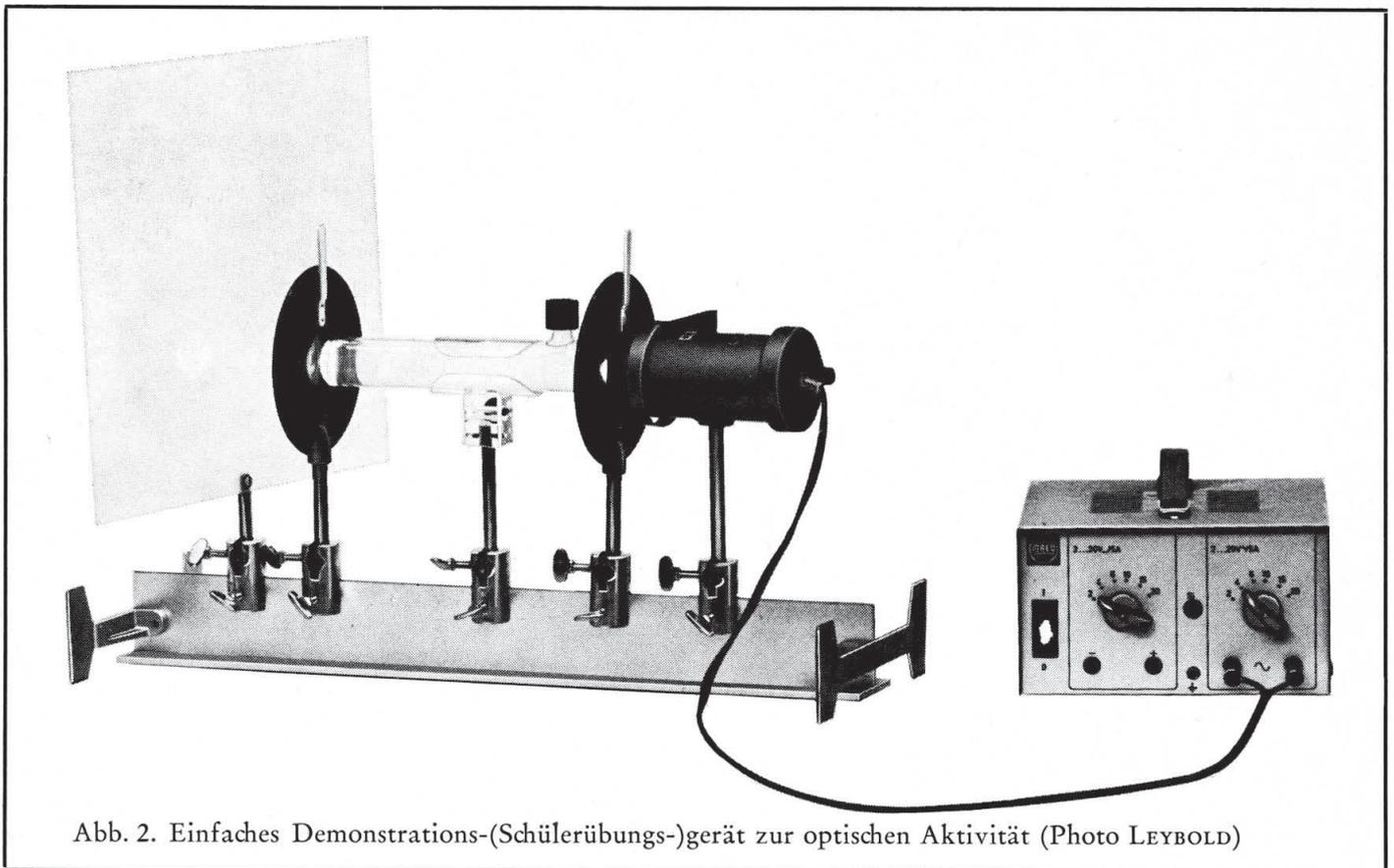


Abb. 2. Einfaches Demonstrations-(Schülerübungs-)gerät zur optischen Aktivität (Photo LEYBOLD)

zur Kompensation bis zum Strahlungsminimum, so kann man den Differenzwinkel α ablesen. (Hat man links zurückkompensiert, so war die Drehung positiv, andernfalls negativ.)

Gegenüber den teuren Halbschattengeräten oder einfachen Modellen [3] wie sie bis jetzt vereinzelt im Unterricht zur Anwendung kamen, hat das Laserpolarimeter den Vorteil, daß man nicht wie bei diesen anderen Geräten den Winkel visuell durch gleiche Helligkeit zweier Felder bestimmen muß, was dem Ungeübten naturgemäß große Schwierigkeiten bereitet (im Hinblick darauf, daß der Lehrer das Gerät nur wenige Male im Schuljahr benützt), sondern mit leicht feststellbarer Auslöschung arbeitet.

3. Versuche mit Laserpolarimeter

Im folgenden sollen einige Versuche kurz beschrieben werden, die man mit dieser Anordnung ausführen kann, die Aufzählung erhebt allerdings keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Es wurde dabei ausschließlich mit den Werten der in Tabelle 1 aufgeführten Zucker gearbeitet, um zu zei-

gen, welches wertvolle Hilfsmittel das Laserpolarimeter in der Zuckerchemie sein kann:

1. Man muß wie bei Normallösungen auf das gewünschte Volumen auffüllen!
2. Auf 100 ml Zuckerlösung empfiehlt es sich zur Konservierung 30 mg Nipagin (p-Hydroxybenzoesäuremethylester) zuzugeben, was bei den verwendeten Zuckern auch bei längerer Lagerung der so konservierten Lösungen *keinen* Einfluß auf die optischen Eigenschaften hatte!

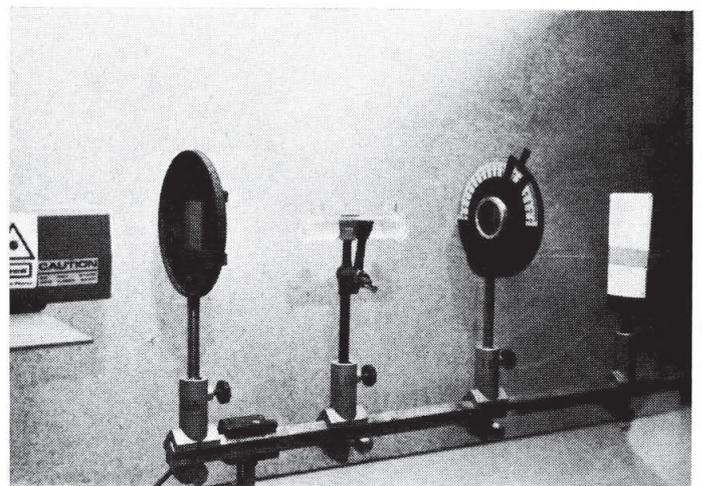


Abb. 3. Laserpolarimeter (Photo Verfasser)

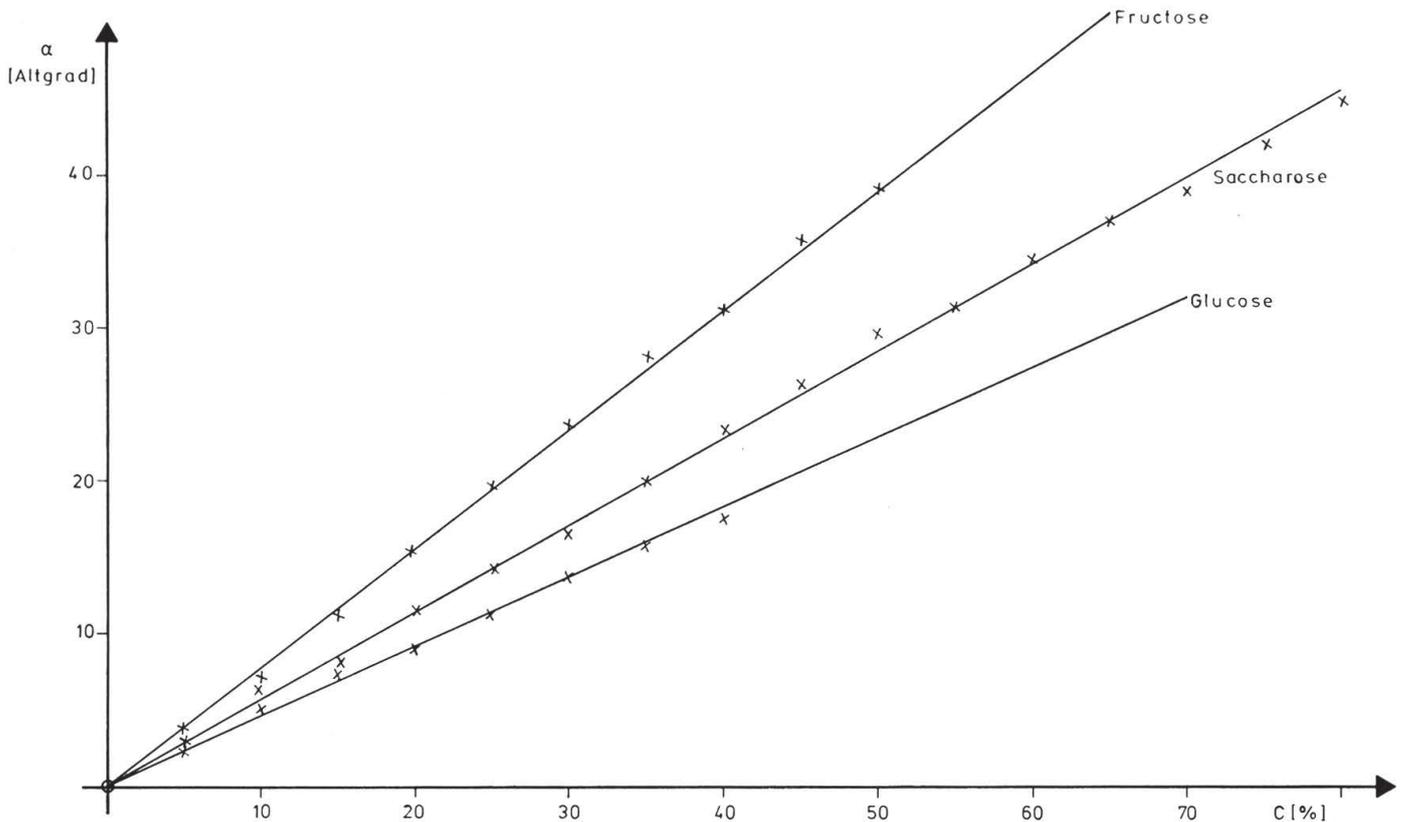


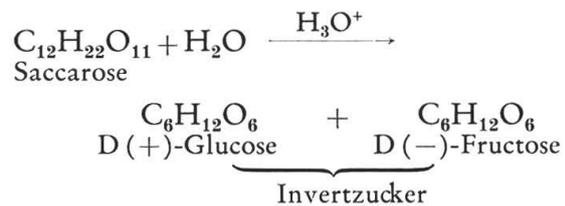
Abb. 4. Drehwinkel in Abhängigkeit von der Konzentration

3. Einige Zucker, außer Saccharose, zeigen Mutarotation, d. h. eine Veränderung des Drehwinkels. So stellt sich z. B. für Glucose das Gleichgewicht zwischen α - und β -Form erst nach 8 Stunden ein; erst jetzt gilt der Wert der spezifischen Drehung aus Tabelle 1! Ebenfalls finden sich dort Konzentrationsangaben für gesättigte Zuckerlösungen.

A: $[\alpha]_c^{\theta} = \frac{100 \cdot \alpha}{c \cdot l}$ Gemäß dieser Beziehung kann man zunächst durch Experimente die optische Drehung in Abhängigkeit der Konzentration und einige Drehkonstanten ermitteln (Abb. 4).

B: Nunmehr kann man den Zuckergehalt von Pflanzenextrakten, Blut, Harn usw. bestimmen, nachdem man andere optisch aktive Begleitsubstanzen und kolloidale Trübungen durch geeignete Methoden ausschließt. Man kann die erwähnte Mutarotation von Glucose näher in Abhängigkeit von katalysierenden Basen und Säuren untersuchen.

C: Die Rohrzuckerinversion läßt sich mit dem Gerät wunderschön verfolgen! Dabei wird unter Einwirkung von H_3O^+ -Ionen das Zuckermolekül wie folgt gespalten:



Die optische Drehung wird dabei ins Negative verschoben:

Invertzucker, das entstehende Gemisch aus gleichen Teilen Glucose und Fructose, hat folgende spezifische Drehung:

$$[\alpha]_{632,8}^{20} = \frac{1}{2} \times 45,332 + \frac{1}{2} (-79,12) = \underline{\underline{-16,89}}$$

(Tabelle 1!)

Diesen Wert kann man durch folgendes Experiment bestätigen:

Zu 50 ml einer Saccharoselösung (10%) gibt man 5 ml Salzsäure (37%) und erwärmt die 55 ml Zuckerkelösung (entspricht jetzt 9,09%) 5 Minuten im Wasserbad. Nach dem Abkühlen wird das verdunstete Wasser ergänzt und die neue spezifische Drehung ermittelt:

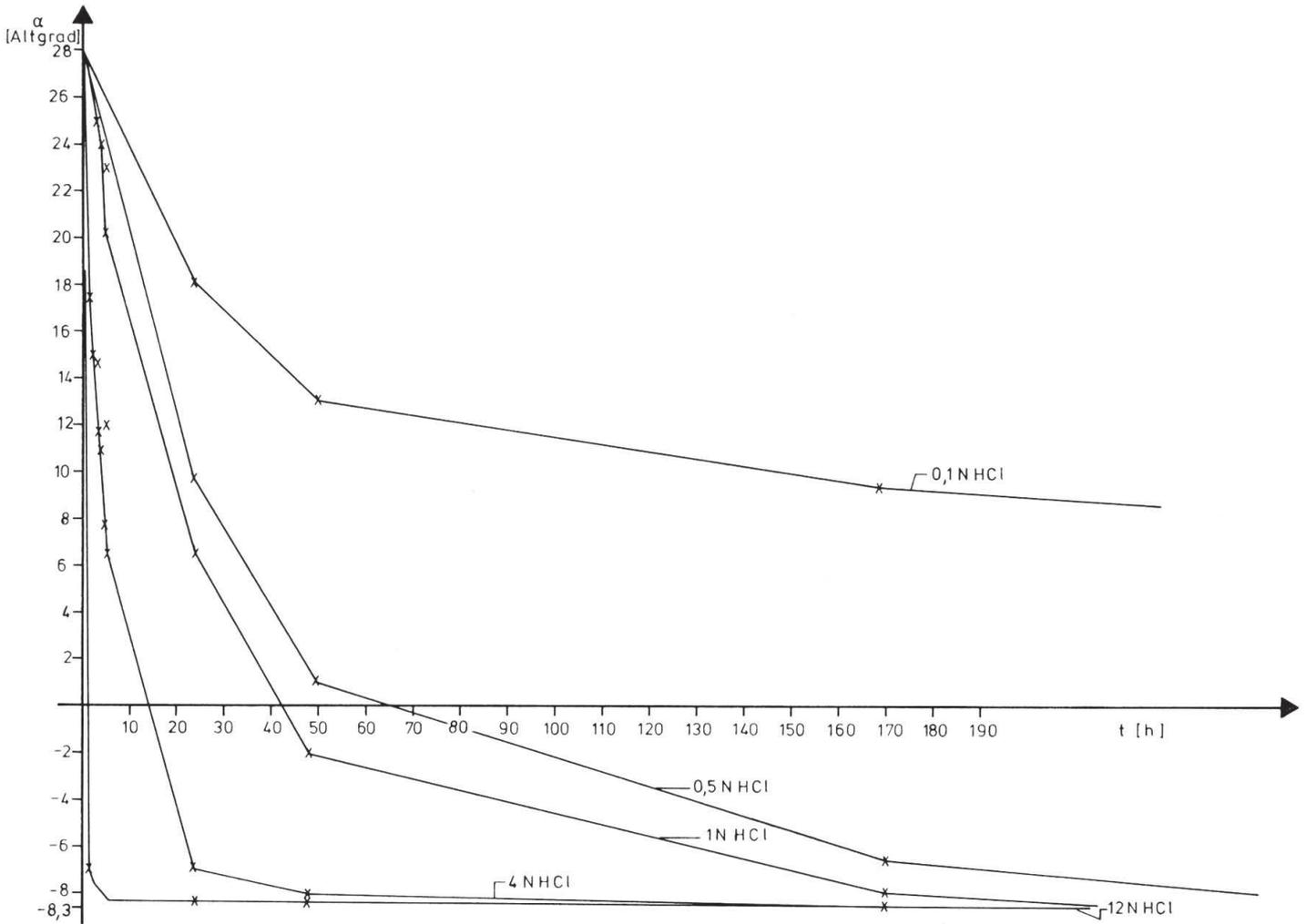


Abb. 5. Rohrzuckerinversion in Abhängigkeit der HCl-Konzentration (je 5 ml der angegebenen Konzentration sind in 30 ml der Saccharoselösung (50%) enthalten! Messung bei: $\vartheta = 20^\circ\text{C}$, $\lambda = 632,8\text{ nm}$, $l = 0,99\text{ dm}$)

Es gilt
$$[\alpha]_{632,8}^{20} = \frac{\alpha \cdot 100}{c \cdot l} \quad \text{z. B.} \quad \frac{100 \times (-1,5)}{9,09 \times 0,99} = -16,67.$$

D: Abb. 5 zeigt die Abhängigkeit der Rohrzuckerinversion von der Säurekonzentration und der Zeit! Somit sind reaktionskinetische Untersuchungen polarimetrisch möglich.

E: Man kann zeigen, daß Honig stark linksdrehend ist, da durch Enzyme im Bienenmagen die Rohrzuckerinversion abläuft. Ermittelt man den Trockensubstanzgehalt des Honigs und den Betrag seiner negativen Drehung, so kann man aus diesen beiden Größen die spezifische Drehung des Honigs ermitteln, man wird sehen, daß sie der des Invertzuckers gleicht.

F: Gegeben sei ein Gemisch zweier optisch aktiver Substanzen, deren spezifische Eigendrehung bekannt ist ($[\alpha]_{\lambda_1}^{\vartheta_1}$; $[\beta]_{\lambda_1}^{\vartheta_1}$).

c Gramm dieses Gemisches werden mit Wasser auf 100 ml aufgefüllt und der Summendrehwinkel

nach Abwarten von ca. 10 Stunden (Mutatorion!) bestimmt.

Nun stellt sich die Frage, wie groß der Anteil der Einzelkomponenten am Gemisch ist.

Voraussetzung zur Herleitung einer mathematischen Beziehung [4], die diese Anforderung erfüllt, ist es allerdings, daß die beiden Komponenten sich *nicht* chemisch umlagern, also ihre spezifischen Eigendrehungen erhalten bleiben!

Der Summendrehwinkel sei φ ($\vartheta = 20^\circ\text{C}$; λ_1 ; l_1)
 c Gramm seien von dem Gemisch in 100 ml Wasser gelöst.

Für die spezifische Drehung gilt allgemein:

$$[\alpha]_{\lambda_1}^{\vartheta_1} = \frac{100 a}{c_1 \cdot l} \Rightarrow a_1 = \frac{[\alpha]_{\lambda_1}^{\vartheta_1} c_1 \cdot l}{100} \quad (1)$$

$$\Rightarrow \text{analog} \quad \beta_1 = \frac{[\beta]_{\lambda_1}^{\vartheta_1} c_2 \cdot l}{100}$$

Der Gesamtdrehwinkel ist nun gleich der Summe der

Einzeldrehungen \Rightarrow

$$\varphi = \alpha_1 + \beta_1 \Rightarrow \varphi = \frac{[\alpha]_{\lambda_1}^{\theta_1} \cdot c_1 \cdot l}{100} + \frac{[\beta]_{\lambda_1}^{\theta_1} \cdot c_2 \cdot l}{100} \quad (2)$$

Ausklammern von

$$\frac{l}{100} \Rightarrow \varphi = \{[\alpha]_{\lambda_1}^{\theta_1} c_1 + [\beta]_{\lambda_1}^{\theta_1} c_2\} \frac{l}{100} \quad (3)$$

Der erste Faktor wird α^* genannt und wird so zur neuen spez. Drehung bezogen auf $c (= c_1 + c_2)$.

$$\varphi = \{\alpha^*\} \cdot \frac{lc}{100} \Rightarrow \{\alpha^*\} = \varphi \cdot \frac{100}{cl} \quad (4)$$

Es gilt:

$$c_2 = c - c_1 \quad (5)$$

aus (3) folgt:

$$\alpha^* = [\alpha]_{\lambda_1}^{\theta_1} c_1 + [\beta]_{\lambda_1}^{\theta_1} c_2 \quad (6)$$

$$\alpha^* = [\alpha]_{\lambda_1}^{\theta_1} c_1 + [\beta]_{\lambda_1}^{\theta_1} c - [\beta]_{\lambda_1}^{\theta_1} c_1 \quad (5) \text{ in } (6)$$

$$\Rightarrow \alpha^* - [\beta]_{\lambda_1}^{\theta_1} c = c_1 ([\alpha]_{\lambda_1}^{\theta_1} - [\beta]_{\lambda_1}^{\theta_1})$$

Auflösen nach c_1 :

$$c_1 = \frac{\alpha^* - ([\beta]_{\lambda_1}^{\theta_1}) c}{[\alpha]_{\lambda_1}^{\theta_1} - [\beta]_{\lambda_1}^{\theta_1}} [g] \quad (7)$$

mit: (4) $\alpha^* = \varphi \cdot \frac{100}{cl}$

(5) $c_2 = c - c_1$

Es werden 35 g eines Gemisches von Saccharose $[\alpha]_{\lambda_1}^{\theta_1}$ und Fructose $[\beta]_{\lambda_1}^{\theta_1}$ mit Wasser auf 100 ml aufgefüllt und der Summendrehwinkel bestimmt. Gesucht sei $c_{\text{Saccharose}}$ und c_{Fructose} ; wenn $\varphi = -0,4^\circ$ (s. Tabelle 1).

φ in (4): $\alpha^* = \frac{(-0,4) \cdot 100}{35 \cdot 0,99} = -1,15$

α^* in (7): $c_1 = \frac{(-1,15) - (-79,12) \cdot 35}{57,1 - (-79,12)}$
 $= 20,320 \text{ g/100 ml (Saccharose),}$

c_1 in (5) $\Rightarrow c_2 = 14,680 \text{ g/100 ml (Fructose).}$

Mit dieser Methode könnte man den katalytischen Einfluß verschiedener Verbindungen auf die optische Aktivität eines Zweistoffsystems untersuchen (Reaktionskinetik), was insbesondere Beachtung im Hinblick auf eine Facharbeit im Rahmen der Kollegstufe verdient!

4. Gerät zur exakten Bestimmung kleiner Drehwinkel

Zum Abschluß soll als Anregung für weitere Arbeiten noch eine Meßmethode für kleine Winkel vorgestellt werden!

Eine nur geringe Drehung, von etwa 0,1—5 Grad kann man mit der verhältnismäßig groben Analytorskala niemals *genau* auf Zehntelgrade angeben.

Abb. 6 zeigt eine Anordnung, die kleine Drehwinkel durch die elektrische Größe des Stroms (J) ausdrückt, der natürlich wesentlich genauer als eine mechanische Drehgröße bestimmt werden kann! Man kann sich dabei den sogenannten *Faraday*-Effekt zunutze machen, der besagt, daß ein starkes Magnetfeld, das auf einen vom polarisierten Licht durchstrahlten Körper einwirkt, eine Drehung der Polarisationssebene zur Folge hat. Diese ist dem einwirkenden Magnetfeld (und damit dem Spulenstrom) proportional

$$\left(\begin{array}{l} H \sim J \\ J \sim \alpha \end{array} \right) \left\{ \begin{array}{l} H \sim J \\ J \sim \alpha \end{array} \right.$$

Abb. 6 zeigt gekreuzte Filter und nach dem Polarisator steht ein Elektromagnet mit durchbohrten Polschuhen mit Flintglas im Strahlengang, wie er in vielen Physiksammlungen vorhanden ist!

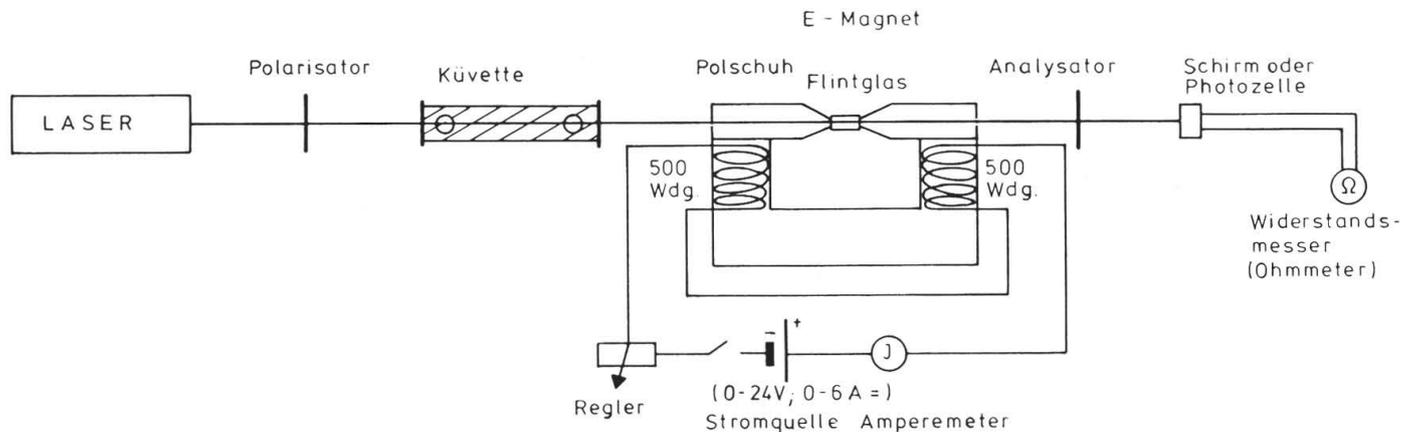


Abb. 6. Magnetooptisches *Faraday*polarimeter für kleine Winkel (Polarisator und Analysator starr, Zwischenwinkel 90 Altgrad, Rückdrehung erfolgt durch *Faraday*effekt!)

Normalerweise fällt kein Licht auf den Schirm. Füllt man jedoch eine Untersuchungslösung ein, so erscheint ein heller Punkt! Den Drehwinkel kompensiert man jetzt nicht mechanisch (durch Analysatordrehung), sondern mit Hilfe eines regelbaren Gleichstroms durch die Spulen, die dazu ein proportionales Magnetfeld erzeugen, das wiederum direkt proportional zum magnetisch „erzwungen“ Gegendrehwinkel ist!

Mit diesem Gerät (LEYBOLD-Trafo, in Serie 2×500 Windungen, Flintglas) können bei sechs Ampere geglättetem Gleichstrom etwa Winkel von 5 bis 6 Grad erzielt werden. Durch Umpolen kehrt sich auch der Drehwinkel um! Es empfiehlt sich eine derartige Anordnung mit Saccharoselösung bekannter Konzentration (und damit bekannter Drehung α) zu eichen. Eine derartige Eichung ist in Abb. 7 wiedergegeben. Mit dieser Kurve oder dem Mittelwert der errechneten Konstanten kann man nun auch unbekannte Zuckermengen bestimmen. Blut, Harn und Untersuchungen von Pflanzenextrakten bieten sich wegen der geringen Angebotskonzentration und dem damit verbundenen Drehwinkel an. Wem dieses Verfahren noch zu ungenau ist, da ja das Strahlungsminimum immer noch visuell ermittelt wird, der kann anstatt eines Schirms einen Photowiderstand benützen und mit einem Widerstandsmesser so das Strahlungsminimum bestimmen!

Die letzte Anwendung ist gewiß arbeitsintensiv, jedoch, gerade im Hinblick auf die Kollegstufe, könnte sie besonders in der Biologie von großer Bedeutung sein und zeigt, was mit einfachen, an jeder Schule vorhandenen Mitteln möglich ist, eine Zusammenarbeit der Physik- und Chemiefachschaften vorausgesetzt!

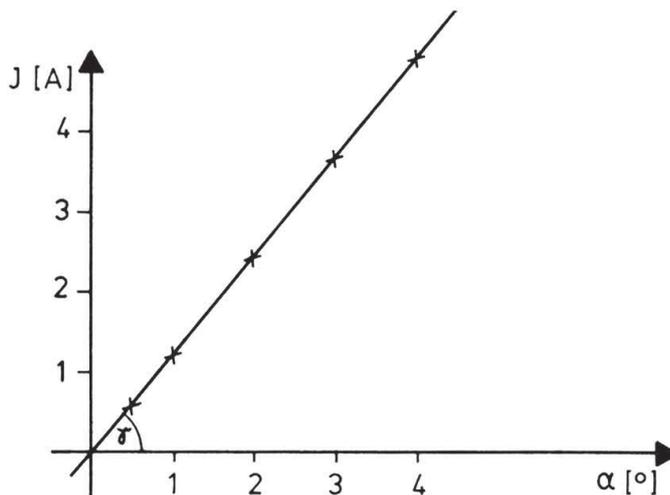


Abb. 7. Eichkurve zum magnetooptischen Faradaypolarimeter

und hin zum eigenständigen „wissenschaftlichen“ Arbeiten zu gelangen, weshalb bewußt auf die Darstellung z. B. der Mutarotation verzichtet wurde. Es sei hier auf die teilweise vorzügliche Literatur [6, 7] verwiesen, wodurch der Kollegiat auch noch angehalten ist, selbst mit Literaturstellen umzugehen!

Das Laserpolarimeter bietet, wie die Unterrichtserfahrung beweist, gegenüber den oft geschlossen aufgebauten Halbschattengeräten den Vorteil des leichteren Verständnisses, besonders wenn man es mit Anordnungen, wie sie in [3] beschrieben werden, vergleicht!

Hier möchte ich noch kurz allen danken, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben:

StD Breitsameter, OStR Graf, Hermeland Kreß, OStR Matschi sowie StD Scharrer; den Firmen LEYBOLD HERAEUS München, KÄSEMANN Oberaudorf, SPINDLER & HOYER Göttingen für ihre großzügige apparative Unterstützung.

5. Zusammenfassung

Es soll mit dieser Arbeit ein Anstoß gegeben werden, die experimentelle Behandlung der optischen Aktivität mit einfachen Mitteln vorzunehmen!

Zwar liefern die teuren Halbschattengeräte genauere Werte im Bereich von Hundertstelgrad [4], was jedoch vernünftigerweise schon eine Thermostatküvette erfordern würde und damit den Schulrahmen sprengt!

Arbeitsgemeinschaften und Kollegiaten soll eine Anregung gegeben werden, mit der Laserpolarimetrie weg vom reinen Demonstrationsexperiment

Literatur

- [1] W. Flörke und F. Flohr, Methode und Praxis des chemischen Unterrichts. Heidelberg 1969, S. 335
- [2] Privatmitteilung des Instituts für Landwirtschaftliche Technologie und Zuckerindustrie der TU Braunschweig, Langer Kamp 5
- [3] Brauner und F. Bukatsch, Das kleine pflanzenphysiologische Praktikum. Stuttgart 1973, S. 130 ff.
- [4] Flüge, Polarimetrie. Walter de Gruyter, Berlin 1970
- [5] R. Peter, PRAXIS (Chemie) 24, 113 (1975)
- [6] R. Peter, PRAXIS (Chemie) 24, 72 (1975)
- [7] E. Bader, PRAXIS (Chemie) 18, 41 (1969)
- [8] Zur billigen Eigenherstellung von Polarisationsfolien siehe: Michael Braun, PRAXIS (Chemie) 22, 186 (1973)