

Kohlenhydrate

Optische Aktivität

Substanzen mit einem asymmetrischen C-Atom (C*) können *optisch aktiv* sein. Optisch aktive Stoffe haben die Fähigkeit, die Schwingungsebene linear polarisierten Lichts zu drehen.

Wichtig ist hierzu:

- **Licht** ist eine *elektromagnetische Welle*. Es handelt sich dabei um eine Form der Energie, deren Ausbreitung den *Wellengesetzen* folgt.
- Die **Schwingungsebene** einer sich ausbreitenden Welle steht senkrecht zur Ausbreitungsrichtung. Es ist möglich, dass die Welle in jeder beliebigen Ebene schwingt, solange diese senkrecht zur Ausbreitungsrichtung steht. In ‚normalem‘ Licht liegen auch wirklich viele verschiedene Schwingungsebenen vor. Ist dies nicht der Fall, so spricht man von *polarisiertem* Licht.
- Bei **linear polarisiertem Licht** liegt sogar nur eine einzige Schwingungsebene vor. Man kann es erzeugen, indem man normales Licht durch einen *Polarisationsfilter* schickt. Diesen kann hauptsächlich das Licht in einer bestimmten Schwingungsebene passieren.

Um die Optische Aktivität verschiedener Stoffe besser vergleichen zu können, verwendet man den *spezifischen Drehwinkel*. Er wird mit Hilfe eines **Polarimeters** bestimmt.

Es besteht aus zwei Polarisationsfiltern – dem Polarisator [2] und dem Analysator [4] –, zwischen denen sich eine Küvette [3] für die Probe befindet. Ausgehend von einer Lichtquelle [1] wird nun Licht durch

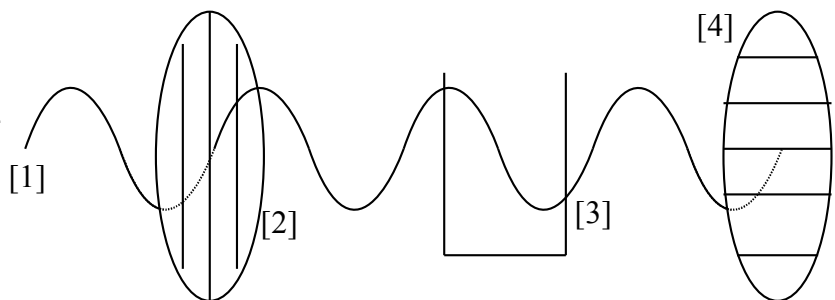


Abbildung 1: Polarimeter ohne optisch aktive Probe in Ausgangsstellung

den Polarisator [2] geschickt, wodurch der Lichtstrahl linear polarisiert ist. Der Analysator steht so, dass er von dem Licht, dessen Polarisierungsebene senkrecht zu dem Licht steht, das den Polarisator passiert hat, ein Maximum durchlässt. Durchläuft der Lichtstrahl also eine Lösung, die nicht optisch Aktiv ist, wie in Abbildung 1, so kommt er nicht durch den Analysator. Somit kommt kein Licht durch und folglich bleibt das Polarimeter dunkel, wenn man hineinschaut.

Nun erhöht man die Konzentration des zu untersuchenden Stoffes in der Küvette. Ändert man dabei nichts an den beiden Filtern, so gelangt – vorausgesetzt der Stoff ist optisch aktiv – immer weniger Licht durch den Analysator. In Abbildung 2 ist deshalb die Welle des Lichtes, das den Analysator durchläuft, nur noch gestrichelt.

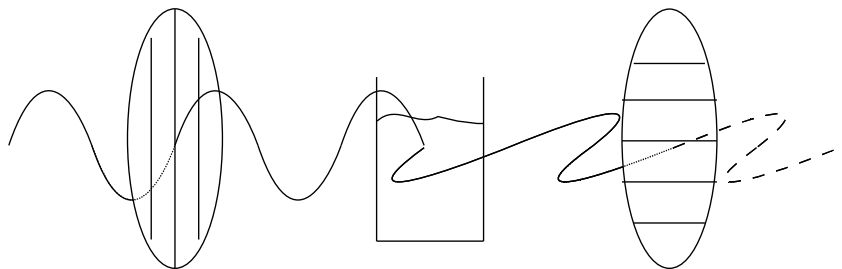


Abbildung 2: Polarimeter mit optisch aktiver Probe in Ausgangsstellung, wobei ein Teil des Lichtes den Analysator passieren kann.

Beim Durchlaufen der Küvette hat sich die Polarisierungsebene verändert. Diese Veränderung ist abhängig von der Konzentration des zu untersuchenden Stoffes, sowie von der Länge der Küvette. Für die beiden Werte ist ein Standard festgelegt¹. Verwendet man

¹ $\beta = 1 \text{ g/cm}^3$ $l = 10 \text{ cm} \hat{=} 1 \text{ dm}$ Gemessen wird bei $\vartheta = 20^\circ \text{ C}$ mit Natriumdampflampenlicht $\lambda = 589,3 \text{ nm}$

diese, so kann man den *spezifischen Drehwinkel* messen. Verwendet man eigene Werte, kann man sein Ergebnis auf den spezifischen Drehwinkel umrechnen, da Konzentration und Länge der Küvette proportional zum Winkel sind.

Während man die Lösung weiter mit dem zu untersuchenden Stoff anreichert, dreht man den Analysator² und zwar immer in diejenige Richtung, dass es *dunkler* wird – damit am Ende der Drehbewegung (möglichst) kein Licht mehr durch den Analysator kommt, wie in Abbildung 3. Wenn schließlich die gewünschte Konzentration erreicht ist, misst man den Winkel α – also den Winkel, um den man den Analysator ausgehend von der Ausgangsstellung gedreht hat.³

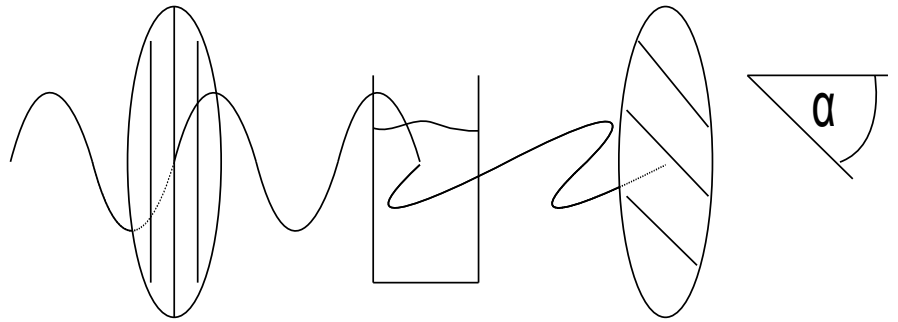


Abbildung 3: Polarimeter mit optisch aktiver Probe, wobei der Analysator so gedreht wurde (um den Winkel α), dass kein Licht mehr hindurch gelangt.

Es gilt nun für den spezifischen Drehwinkel: $\alpha_{SP} = \frac{\alpha}{\beta \cdot l}$, wobei β die Konzentration in g/cm^3 des zu untersuchenden Stoffes ist und l die Länge der Küvette in dm.

Für die Unterschiede zwischen α -D-Glucose und β -D-Glucose ergibt sich so:

	spezifischer Drehwinkel α_{SP}	Schmelzpunkt
reine α -D-Glucose	$113^\circ \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1} \text{ dm}^{-1}$	146° C
reine β -D-Glucose	$19^\circ \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1} \text{ dm}^{-1}$	150° C
α -D-Glucose und β -D-Glucose ⁴	$53^\circ \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1} \text{ dm}^{-1}$	

Die Änderung des Drehwinkels zwischen der α - bzw. β -Form und dem Drehwinkel der beiden Stoffe im Gleichgewicht nennt man *Mutarotation*.

² dass der Winkel senkrecht zur Ausbreitungsrichtung des Lichtes steht

³ Wenn man durch den Analysator auf die Küvette blickt und im Uhrzeigersinn gedreht hat, so ist der Winkel α positiv. Es können sich auf Werte über 90° ergeben, da man während der Zugabe der zu untersuchenden Substanz kontinuierlich am Analysator weiter dreht.

⁴ Wässrige Lösung im Gleichgewicht