

244. Interferometeranordnungen für Mikro-Elektrophorese

von W. Lotmar.

(25. VI. 49.)

Vor einiger Zeit haben *Labhart* und *Staub*¹⁾ eine neue Methode der Mikro-Elektrophorese beschrieben, welche darin besteht, die Zelle mit der zu untersuchenden Lösung in den Strahlengang eines *Jamin*'schen Interferometers zu bringen. Als Vergleichsmedium dient dabei eine Zelle gleicher Art mit homogener Füllung (Fig. 1). Das von einem Linsensystem erzeugte Bild der Zelle ist dann von Interferenzstreifen durchzogen, deren Abstände wie die Höhenkurven einer Karte direkt die verschiedenen Konzentrationsstufen anzeigen.

Die Empfindlichkeit dieser Anordnung lässt sich nun dadurch verdoppeln, dass man das Strahlenbündel nach Durchsetzen der Zelle reflektiert und dieselbe nochmals durchlaufen lässt. Eine bekannte Interferometeranordnung, welche sich im Prinzip hierfür eignet, ist diejenige von *Michelson* (Fig. 2). Diese hat aber den Nachteil, sehr justierempfindlich zu sein, da jede Winkeländerung der beiden Spiegel gegeneinander zusätzliche störende Interferenzstreifen hervorruft.

Eine Anordnung, welche dasselbe Ziel erreicht, ohne justierempfindlich zu sein, zeigt Fig. 3. Die den beiden Spiegeln der *Michelson*'schen Anordnung entsprechenden Flächen bilden hier die Vorder- und Rückseite einer planparallelen Glasplatte und sind daher starr miteinander verbunden. Die *Jamin*-Platte, welche die beiden Strahlenbündel erzeugt, dient nach der Reflexion derselben auch wieder zu ihrer Superposition. Eine Vergleichszelle mit homogener Füllung kann, wie übrigens auch bei der *Michelson*'schen Anordnung, wegbleiben, da sich der entsprechende Gangunterschied der beiden Bündel durch geeignete Wahl des Abstandes der zwei Spiegelflächen kompensieren lässt.

Eine Variante der letzten Anordnung, bei welcher die Lichtteilungsplatte L eingespart wird, zeigt Fig. 4. Hier muss die Rückseite der *Jamin*-Platte an derjenigen Stelle, wo sie vom einfallenden Strahlenbündel getroffen wird, verspiegelt sein, damit die beiden superponierten Strahlenbündel annähernd gleiche Intensität erhalten.

Diese Anordnung kommt mit derselben Zahl von optischen Präzisionsteilen aus wie diejenige nach *Jamin*. Allerdings dürfen die Restfehler von Platten und Zelle nur halb so gross sein wie bei dieser, wenn gleiche Bildqualität verlangt wird.

¹⁾ *Helv.* **30**, 1954 (1947).

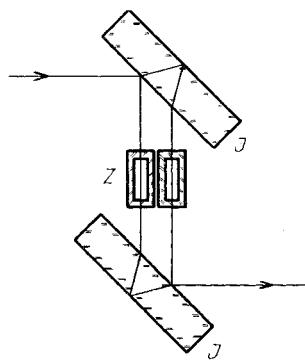


Fig. 1.

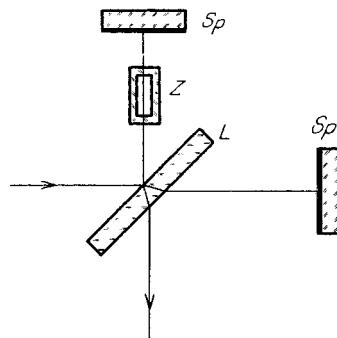


Fig. 2.

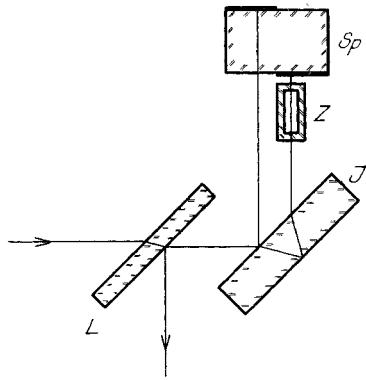


Fig. 3.

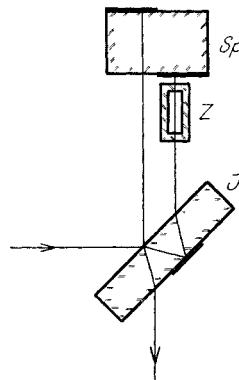


Fig. 4.

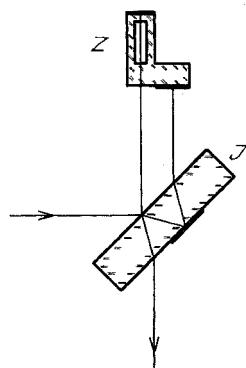


Fig. 5.

J = Jaminplatte
 Sp = Spiegelplatte
 L = Lichtteilungsplatte
 Z = Zelle

Bei allen bisher besprochenen Interferometer-Varianten mit Spiegelung des Strahlenganges ist noch folgende Fehlerquelle zu berücksichtigen:

Die senkrecht auf die Zelle treffenden Lichtstrahlen werden durch die Brechungsindex-Gradienten in derselben abgelenkt und durchsetzen sie daher auf ihrem Rückweg nicht an derselben Stelle. Im Interferenzdiagramm überlagern sich gewissermassen die Effekte von zwei Zellen, deren eine durch die Gradienten in der andern verzerrt erscheint. Die Zuordnung der beobachteten Gangunterschiede zum Ort in der Zelle wird damit fehlerhaft.

Dieser Fehler kann dadurch verringert werden, dass die Spiegelfläche möglichst nahe an die Zelle herangebracht wird. Wegen der Flansche, welche die Zellenteile bei den üblichen Konstruktionen aufweisen, ist aber ein Abstand von weniger als ca. 6 mm zwischen innerer Kanalwand und Spiegel schwer zu erreichen.

Eine Verbesserung in dieser Hinsicht unter gleichzeitiger Einsparung der Spiegelplatte weist die in Fig. 5 dargestellte Anordnung auf. Hier sind Vorder- und Rückseite der Zelle selbst verspiegelt. Bei einer Stärke der Zellenrückwand von 2 mm beträgt der zu Ablenkungsfehlern Anlass gebende Weg 4 mm, und zwar in Glas, was einem äquivalenten Luftweg von 2,7 mm entspricht. Der hierdurch entstehende Ablenkungsfehler ist daher bei einer Kanaltiefe von 5 mm, wie sie von *Labhart* und *Staub* verwendet wird, zu vernachlässigen.

Zwei weitere Vorteile der Anordnung nach Fig. 5 gegenüber derjenigen nach *Jamin* bestehen darin, dass die Zelle infolge des Wegfalls der Vergleichskanäle einen besseren Wärmeausgleich mit der umgebenden Luft besitzt, und ausserdem von der Rückseite frei zugänglich ist, was das Arbeiten erleichtert.

Im Gegensatz zum *Jamin*'schen Interferometer weisen die Anordnungen nach Fig. 3, 4 und 5 einen unsymmetrischen Strahlengang auf: Die von den beiden Teilstrahlenbündeln durchlaufenen Wege können zwar für eine gegebene Wellenlänge als ganze optisch gleich gemacht werden, unterscheiden sich aber im Verhältnis von Glasweg zu Luftweg. Das hat zur Folge, dass die Bedingung für „Null-Interferenzen“ im allgemeinen nur für eine bestimmte Wellenlänge erfüllt ist. Im weissen Licht werden daher diese Anordnungen keine oder nur sehr undeutliche Interferenzen zeigen. Im Prinzip lässt sich die obige Bedingung für verschiedene Wellenlängen dadurch erfüllen, dass die Dispersionen der beiden Glasstrecken im umgekehrten Verhältnis ihrer Längen gewählt werden, wobei noch der Zellenfüllung Rechnung zu tragen ist. Praktisch weisen allerdings die in Frage kommenden Glassorten keine einander genau proportionalen Dispersionskurven auf, so dass sich eine exakte Kompensation für weisses Licht nicht erreichen lässt.

Bei Verwendung der üblichen monochromatischen Lichtquellen (Natrium- oder Quecksilberlampen) treten hingegen durch die Unsymmetrie keine Schwierigkeiten auf. Insbesondere stört die Doppelatur der D-Linien bei den verwendeten Platten- und Zellendicken gar nicht.

Ein bei der Firma *Kern & Co.* gebautes Modell nach Fig. 5 hat gezeigt, dass dieser Anordnung in der Tat die oben beschriebenen Eigenschaften zukommen.

Zusammenfassung.

1. Die Empfindlichkeit des interferometrischen Elektrophoreseverfahrens nach der Anordnung von *Jamin* lässt sich dadurch verdoppeln, dass das Strahlenbündel mittels Reflexion zweimal durch die Zelle geschickt wird.

2. Es werden verschiedene Interferometeranordnungen beschrieben, welche sich hierfür eignen, ohne die grosse Justierempfindlichkeit der Anordnung von *Michelson* zu besitzen.

3. Eine besonders günstige Anordnung erhält man, wenn Vorder- und Rückseite der Zelle selber als Spiegelflächen ausgebildet werden. Sie weist gegenüber der Anordnung nach *Jamin* noch folgende weiteren Vorteile auf:

a) Es wird nur eine einzige Planparallel-Platte von Interferenzqualität benötigt.

b) Die Kanäle für die homogene Vergleichslösung können wegfallen, wodurch ein besserer Wärmeausgleich der Zelle mit der Umgebung erreicht wird.

c) Die Zelle ist von der Rückseite frei zugänglich, was das Arbeiten erleichtert.

4. Die Einhaltung der Bedingung für Null-Interferenzen lässt sich bei Verwendung monochromatischer Lichtquellen in praktisch genügender Weise durch geeignete Dispersionswahl der verwendeten Glassorten erreichen.

Aarau, Laboratorium der *Kern & Co., AG.*