

deutung gewinnt, sei noch angegeben, mit welcher Genauigkeit eine mittlere, von einem Kurvenzug mit der Basislinie eingeschlossene Fläche abgebildet wird.

Zur Vereinfachung sei die über einer Basis von approximativ 10 mm stehende, ideale Verteilungskurve nach *Gauss* durch ein gleichschenkliges Dreieck entsprechender Basis und Höhe substituiert. Da die Basis von 10 mm auf $\pm 0,12\%$ und die Höhe von 25 mm auf $\pm 0,05\%$ genau definiert ist, wird der gefundene Flächenwert $\frac{1}{2} gh$ zwischen 124,788 mm² und 125,213 mm² liegen. Der Fehler, mit dem diese Fläche wiedergegeben wird, beträgt somit $\pm 0,17\%$ oder $\pm 1,7/1000$ ihrer Grösse.

Aus dem Vorstehenden ist ersichtlich, dass die Genauigkeit der Aufzeichnung von Elektrophorese-Diagrammen nach *Philpot-Svensson* bei passend gewählter Dimensionierung und Anordnung der gegenwärtig verfügbaren dioptrischen Elemente bereits so hoch sein kann, dass sie keinen die allgemeine Messgenauigkeit limitierenden Faktor bildet¹⁾. In welchem Masse andere Einzelheiten der Apparatur oder des Verfahrens dafür verantwortlich zu machen sind, soll bei späterer Gelegenheit diskutiert werden.

Der Autor dankt Herrn Prof. A. Stoll herzlich für die grosszügige Unterstützung bei seinen Elektrophorese-Arbeiten.

Chemisch-pharmazeutisches Laboratorium
(Prof. Dr. A. Stoll) „Sandoz“, Basel.

83. Ein neuer Spalt für die Aufnahme von Elektrophorese-Diagrammen nach *Philpot-Svensson*

von E. Wiedemann.

(11. II. 47.)

Bei der Aufnahme von Elektrophorese-Diagrammen nach der Methode von *Philpot-Svensson* wird ein schräg gestellter (zweiter) Spalt²⁾ benutzt, der durch eine sammelnde Zylinderlinse mit vertikaler Achse auf die Mattscheibe bzw. photographische Schicht abgebildet wird. Durch einen Brechungsindexgradienten abgelenkte Lichtstrahlenbündel werden auf diese Weise entsprechend der Grösse ihrer Ablenkung seitlich versetzt zur Abbildung herangezogen, so dass die Brechungsindexänderung über einen Gradienten hinweg direkt als helle Linie auf dunklem Grunde sichtbar gemacht und aufgezeichnet werden kann.

¹⁾ Vgl. hierzu: L. G. Longworth, Ind. Eng. Chem. Anal. **18**, 219 (1946).

²⁾ H. Svensson, Koll. Z. **87**, 181 (1939).

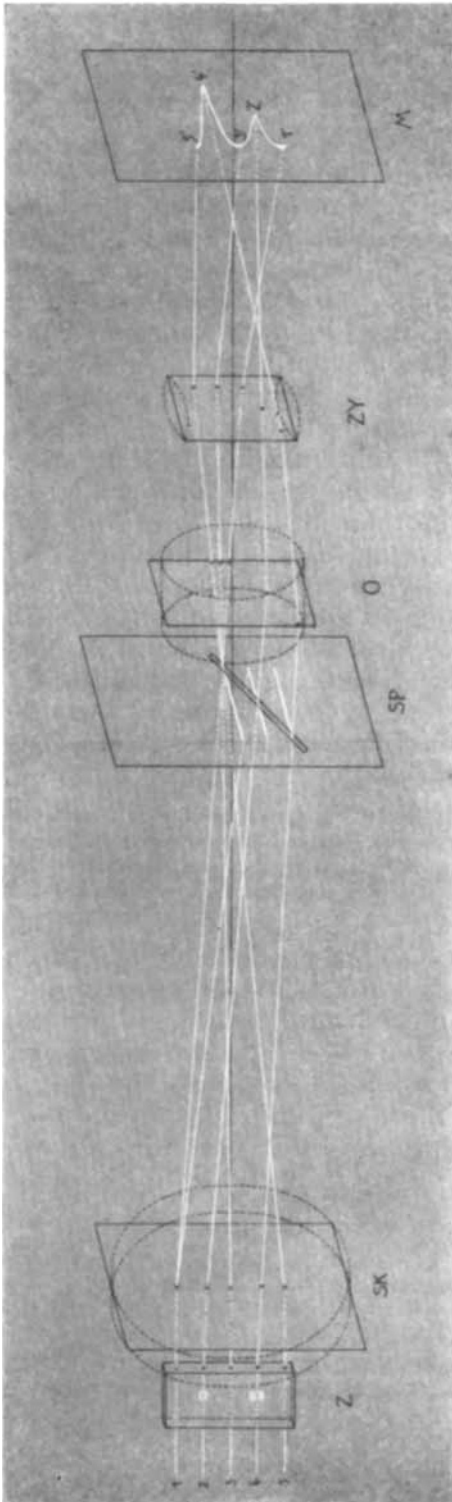


Fig. 1.

Der Strahlengang bei diesem Abbildungsverfahren von der Elektrophorese-Zelle bis zur Mattscheibe ist in Fig. 1¹⁾ in Schrägansicht schematisch dargestellt: Z ist die Zelle, SK eine 2. Schlierenlinse, die das von einem horizontalen 1. Spalt herkommende und durch eine 1. Schlierenlinse parallel gerichtete Licht zu einem scharfen Bilde des 1. Spaltes auf dem schräggestellten 2. Spalt SP sammelt. Unmittelbar hinter diesem 2. Spalt SP befindet sich das Objektiv O, das die Zelle Z scharf auf die Mattscheibe M abbildet und zwischen diesem Objektiv O und der Mattscheibe M ist die sammelnde Zylinderlinse ZY angeordnet, die gleichzeitig ein Bild des schrägen Spaltes SP auf der Mattscheibe M entwirft.

Modifikationen dieser Anordnung sind möglich; beispielsweise kann die Schlierenlinse SK vor der Zelle Z und das Objektiv O vor dem schrägen Spalt SP verwendet werden, doch ist im allgemeinen die abgebildete Reihenfolge der Einzelteile die günstigste.

Die Wirkungsweise dieser Anordnung ist die folgende: Licht, das ohne Ablenkung durch einen Brechungsindexgradienten die Zelle Z passiert, wie dies für die Strahlenbündel 1, 3 und 5 angenommen ist, erzeugt auf dem schrägen Spalt SP ein Bild des 1. Spaltes, wie es dort durch die oberste helle Linie angedeutet ist. Orientiert man den schrägen Spalt zu dieser obersten hellen Linie so, wie es Fig. 1 zeigt, so kann ein Teil dieser Strahlenbündel den schrägen Spalt und dann das Objektiv O oben rückwärts durchtreten und fällt, durch die Zylinderlinse nach vorne gebrochen, vorne auf die Mattscheibe M. Da zufolge der simultanen Fokussierungen des Objektivs O und der Zylinderlinse ZY auf die Mattscheibe M die Zelle Z in der Vertikalen und der schräge Spalt in der Horizontalen dorthin abgebildet werden, erzeugen die Lichtstrahlenbündel 1, 3 und 5 die Bildpunkte 1', 3' und 5' auf der Mattscheibe M. Von einer von Gradienten freien Zelle Z entsteht so eine im Bilde vorne liegende, helle, vertikale Linie, deren Höhe durch diejenige der Zelle sowie den Abbildungsmaßstab,

¹⁾ E. Wiedemann, Schweiz. med. Wschr. 76, 241 (1946).

wie er durch das Objektiv O und seine Anordnung gegeben ist, bestimmt wird und deren Breite eine Funktion der Breite und Neigung des schrägen Spaltes sowie des Abbildungsmaßstabes ist, wie er sich aus der Brechkraft und Stellung der Zylinderlinse ergibt.

Lichtablenkungen durch Brechungsindexgradienten versetzen das auf dem schrägen Spalt entworfene Bild des 1. Spaltes in Richtung der Lage des dichteren Mediums. Da sich dieses praktisch immer unten in der Zelle befindet, erfolgt die Versetzung des Spaltbildes sozusagen stets nach unten. Die Folge davon ist, dass die Durchtrittspunkte derart abgelenkter Strahlenbündel auf dem schrägen Spalt sich weiter unten und weiter vorne befinden. Während die Versetzung eines Durchtrittspunktes nach unten lediglich zur Folge hat, dass andere Zonen des Objektivs O die Abbildung entsprechender Zellenabschnitte übernehmen, wird seine seitliche Versetzung von der Zylinderlinse ZY direkt aufgezeichnet, da diese ja auf den schrägen Spalt fokussiert ist und in der Horizontalen als abbildendes System wirkt. Es findet also eine den seitlichen Versetzungen der Durchtrittspunkte entsprechende Auslenkung der hellen vertikalen Linie auf der Mattscheibe statt, wenn die sie verursachende Brechungsindexänderung, wie dies in praxi stets der Fall ist, kontinuierlich vom Wert Null über ein Maximum zum Wert Null zurück verläuft. Die Grösse dieser Auslenkung ist derjenigen der Lichtablenkung auf dem schrägen Spalt, dem tg-Wert des Neigungswinkels dieses Spaltes mit der Vertikalen, sowie dem Vergrößerungsfaktor der Zylinderlinse ZY proportional.

In Fig. 1 sind zwei verschieden grosse Auslenkungen, wie sie durch zwei verschieden starke Brechungsindexgradienten verursacht werden, eingezeichnet, wobei der Figur zu entnehmen ist, auf welche Weise die kleinere Ablenkung des Lichtstrahlenbündels 2 zu einem niederen und die grössere Ablenkung des Lichtstrahlenbündels 4 zu einem höheren Kurvenscheitel (Bildpunkte 2' bzw. 4') führt.

Da die in der Zelle Z auftretenden Brechungsindexänderungen den ihnen zugrunde liegenden Konzentrationsänderungen proportional sind, kann die Konzentration C einer Substanz aus dem *Philpot-Svensson*-Bilde der Grenzfläche ihrer Lösung gegen das Lösungsmittel nach der von H. Svensson gegebenen Formel¹⁾

$$C = \frac{1}{F G K a b \operatorname{tg} \Theta} \int y \cdot dx$$

berechnet werden, worin

F = die Horizontalvergrößerung,

G = die Vertikalvergrößerung,

K = das spezifische Brechungsinkrement der zu untersuchenden Substanz,

a = die wirksame Dicke der Zelle,

b = den optischen Abstand von der Zellenmitte zum schrägen Spalt,

tg Θ = den tg-Wert des Winkels des schrägen Spaltes mit der Vertikalen und

$\int y \cdot dx$ die von der Kurve mit der zugehörenden Basislinie eingeschlossene Fläche bedeutet.

¹⁾ H. Svensson, Koll. Z. **90**, 141 (1940).

Ihre häufigste (partielle) Anwendung findet diese Formel bei der relativen Konzentrationsbestimmung der Komponenten eines Gemisches. Darf bei diesen ein gleicher Brechungsindex für die Einheitskonzentrationen angenommen werden, so sind die relativen Konzentrationen den einzelnen Flächenwerten $\int y \cdot dx$ direkt proportional.

Da die Bestimmung dieser Flächenwerte (z. B. durch Planimetrierung) um so exakter möglich ist, je kleinere Fehler beim Ausziehen der Mittellinie des passend und streng orthoskopisch vergrösserten Kurvenzuges mitsamt der Basislinie eines *Philpot-Svensson*-Bildes unterlaufen, ist eine möglichst gute und gleichmässige Schärfe der Linien dieses Bildes von erheblicher Bedeutung. In welcher Weise Form und Anwendung des schrägen Spaltes hierzu beitragen kann, ist von *H. Svensson*¹⁾ im Prinzip angegeben und vom Verfasser²⁾ beschrieben und dargestellt worden.

Der Verbesserung der Schärfe durch Verkleinerung der Spaltbreiten ist durch das Auftreten von Beugungserscheinungen bald eine Grenze gesetzt; lässt man keine Beugungsschärfe zu, was Spaltbreiten von etwa 0,2 bis 0,1 mm bedingt, so befriedigt das Bild deshalb nicht, weil dann die mehr oder weniger horizontal³⁾ verlaufenden Kurventeile, insbesondere die Basislinie, im Vergleich mit den steilen³⁾ Kurvenabschnitten zu breit wiedergegeben werden. Besonders deutlich und deshalb störend wird diese Erscheinung bei grösseren Winkeln ($\theta > 60^\circ$) des 2. Spaltes gegen die Vertikale, wie sie bei relativ verdünnten Untersuchungslösungen ($C < 1\%$) zur Erzielung einer ausreichenden Kurvenhöhe erforderlich werden können.

Dies rührt daher, dass mit zunehmendem Winkel gegen die Vertikale der einem horizontalen Lichtband freigegebene Querschnitt des schrägen Spaltes immer mehr die Form eines langgezogenen Parallelogramms annimmt, wie es die Fig. 2 veranschaulicht.

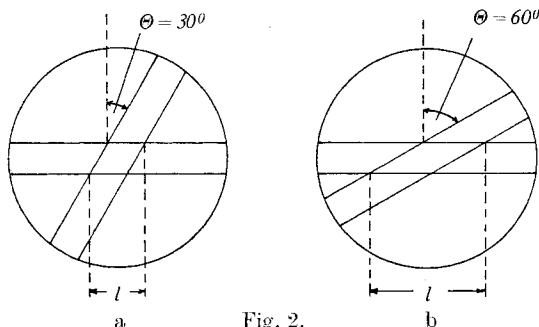


Fig. 2.

¹⁾ *H. Svensson*, Koll. Z. **87**, 181 (1939).

²⁾ *E. Wiedemann*, Schweiz. med. Wschr. **76**, 241 (1946).

³⁾ Im üblicherweise um 90° gedrehten Bilde.

Aus der Fig. 2 geht auch hervor, dass mit zunehmendem Spaltwinkel die seitliche Begrenzung horizontal verlaufender Kurventeile unschärfer werden muss.

Bei Verwendung eines gewöhnlichen Parallelspaltes ist eine Verringerung der Breite horizontal verlaufender Kurventeile nur unter Inkaufnahme von Beugungsunschärfe steiler Kurvenzüge möglich. Es wäre deshalb erwünscht, den schrägen Spalt nur an jenen Stellen, an welchen er die Abbildung horizontal verlaufender Kurventeile vermittelt, verengen zu können. Dies ist aber für ein komplizierteres Elektrophoresebild schon deshalb unmöglich, weil darin in gleicher Höhe über der Basis steile und flache Kurventeile vorzukommen pflegen. Bestenfalls kann man es nach *H. Svensson*¹⁾ so einrichten, dass die Basislinie und der höchste Kurvenscheitel in ihrer Breite reduziert werden. Man begrenzt hierzu den schrägen Spalt beidseits keil- oder spindelförmig und trägt dafür Sorge, dass diese Spaltbegrenzungen mit dem Ort des Durchtritts der entsprechenden Strahlenbündel zusammenfallen.

Da die Kurvenzüge, wie sie von Brechungsindexgradienten gebildet werden, im Falle der Diffusion reiner Substanzen sehr weitgehend und im Falle der Elektrophorese unter zweckmässigen Versuchsbedingungen immerhin näherungsweise dem Verlauf der idealen Verteilung nach der Funktion von *C. F. Gauss*²⁾ entsprechen, ist es möglich, für gegebene Längen und Breiten des schrägen Spaltes jene Formen desselben zu berechnen, womit ein in seinem Verlauf der *Gauss*'schen Verteilungsfunktion genau entsprechender Kurvenzug mit konstanter Breite, also auf bestmögliche Weise, abgebildet würde. Diese Berechnung ist neuerdings von *H. Svensson*³⁾ ausgeführt worden. Die Form eines solchen idealen Spaltes erweist sich indessen, wie leicht einzusehen ist, als so kompliziert, dass seine Herstellung für den praktischen Gebrauch nur nach einer gross gezeichneten Vorlage, nach *H. Svensson* vielleicht durch Ätzung, als möglich erscheint.

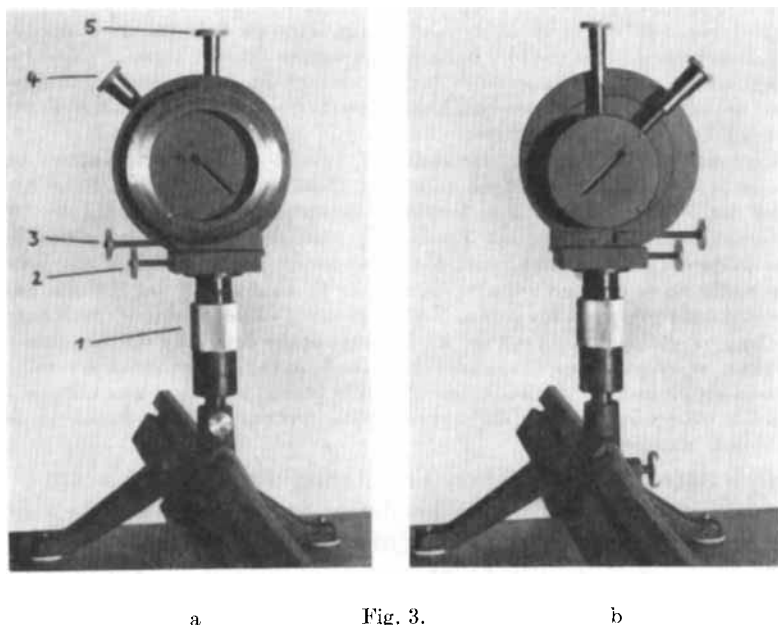
Aber auch wenn für eine Anzahl Spatlängen und -breiten derart hergestellte Spaltplättchen zur Verfügung stehen, so kann damit jeweils nur ein Kurvenzug von bestimmter Höhe ideal abgebildet werden. Dieser Umstand prädestiniert die idealen Spalte nach *H. Svensson* für Diffusionsmessungen, während ihre Vorteile bei Elektrophoreseaufnahmen im allgemeinen nicht ausgenützt werden können. Man pflegt deshalb den hierzu bestimmten Spalten eine Form zu geben, die bei Kurvenzügen mittlerer Steilheit die sich an die Basislinie anschmiegenden Kurvenäste sowie die Basislinie selbst schmal zu halten erlaubt und verzichtet auf eine Reduktion der Kurvenscheitelbreite.

¹⁾ *H. Svensson*, Koll. Z. **87**, 1813 (199).

²⁾ Vgl. hierzu: *K. Pearson*, Phil. Trans. Roy. Soc. London [A] **185**, 107 (1894).

³⁾ *H. Svensson*, Ark. Kem. **22**, A, Nr. 10, 1 (1946).

In praxi heisst das, einen gewöhnlichen, drehbaren Parallelspalt einseitig, und zwar an seinem oberen Ende, symmetrisch keilförmig zu begrenzen. Da ein derartiger Spalt in erster Annäherung dem idealen Spalt von *H. Svensson* entspricht, sind mit ihm schon ziemlich befriedigende Aufnahmen möglich; Spalte dieser Art sind denn auch schon von mehreren Autoren, so von *J. W. Burns* und *L. K. Henke*¹⁾, dem Verfasser²⁾ und *L. G. Longsworth*³⁾ beschrieben worden. Die dabei gewählten Konstruktionen sind verschieden. Da eine Weiterentwicklung möglich und vorteilhaft erschien, benützte der Verfasser die Gelegenheit der Herstellung einer neuen Elektrophorese-Apparatur für das physikalisch-chemische Laboratorium der *Sandoz A.G.* in Basel, um auch deren Spalte neu zu entwerfen und ausführen zu lassen; der drehbare Spalt dieser Apparatur für *Philpot-Svensson*-Aufnahmen soll im folgenden beschrieben werden.



Die Fig. 3 zeigt diesen Spalt in Richtung der Lichtbewegung, also von vorne (a) und entgegengesetzt dazu, also von rückwärts gesehen (b). Die Form des Spaltes selbst ist die eines symmetrisch schliessenden Parallelspaltes mit symmetrisch keilförmiger Begrenzung des oberen, die Abbildung des Basislinie vermittelnden Spaltendes. Während er in dieser Hinsicht bereits bekannten Konstruk-

¹⁾ *J. W. Burns* und *L. K. Henke*, *Rev. Sci. Instr.* **12**, 401 (1941).

²⁾ *E. Wiedemann*, *Schweiz. med. Wschr.* **76**, 241 (1946).

³⁾ *L. G. Longsworth*, *Ind. Eng. Chem. Anal.* **18**, 219 (1946).

tionen entspricht, weist er darüber hinaus eine Reihe von neuen Details auf, die kurz erläutert werden sollen.

Der Spalt weist fünf Einstellmöglichkeiten auf: 1 ist die Höhenverstellung, 2 die Seitenverstellung, 3 der Trieb zur Drehung des Spaltes um auf $1/10^{\circ}$ direkt ablesbare Winkel, wobei von der Senkrechten aus nach beiden Seiten 90° bestrichen werden können, 4 ist der Trieb zur Einstellung der auf $1/100$ mm ablesbaren Spaltbreite und 5 der Trieb zur Einstellung der symmetrisch-keilförmigen Begrenzung des oberen Spaltendes, der sogenannte Basisreduktionstrieb. Alle fünf Bewegungen erfolgen über spielfrei gehaltene Spindeltriebe, wodurch eine ausserordentlich feine Einstellung ermöglicht wird.

Der zwischen 0,00 und 5,00 mm breit einstellbare Spalt von 40 mm Länge ist gegen Überdrehen gesichert und kann durch die Basisreduktionseinrichtung, also durch das zu ihm symmetrische Keilstück, auf seine halbe Länge reduziert werden. Da die Führungen des Keilstücks zu jenen der Spaltschneiden mit besonderer Präzision senkrecht stehen, bleibt dieses bei allen Spaltbreiten und Lagen genau symmetrisch zum Spalt, so dass die in der Breite reduzierte Basislinie stets genau am richtigen Ort wiedergegeben wird. Hierzu trägt bei, dass die Schneiden des Spaltes und des Keilstücks einander zugewendet sind und dass ihr Abstand voneinander nur etwa $1/20$ mm beträgt, so dass keine Fokusdifferenz besteht. Das Keilstück ist auswechselbar, um es für spezielle Fälle durch ein diesen besonders angepasstes anderes Stück ersetzen zu können. Normalerweise findet ein solches von 15° Öffnungswinkel Verwendung, während z. B. für die Aufnahme von Diffusionsversuchen Doppelkeilstücke eingesetzt werden können, deren Form der idealen Spaltbegrenzung nach *H. Svensson* besser angenähert ist. Doppelkeilstücke dieser Art mit zwei verschiedenen Keilwinkeln erlauben bereits die Aufnahme einzelner Kurven mit weitgehend konstanter Linienbreite.

Eine weitere Verbesserung des Spaltes¹⁾ besteht in seiner Drehbarkeit um eine 12 mm zu seiner Mittelachse seitlich versetzten Parallele (vgl. Fig. 3b). Diese neue Anordnung der Drehachse trägt dem Umstand Rechnung, dass im Prinzip die Drehung eines solchen Spaltes, wie sie zur Einstellung passender Kurvenhöhen eines Elektrophoresebildes mit dem Fortschreiten des Versuchs erforderlich ist, um die Spitze des Basisreduktionskeils erfolgen muss, wenn man als Bezugslinie für das Bild die Basislinie annimmt. Damit wird erreicht, dass sich die Bedienung dieses Spaltes — nach einmaliger Einstellung — während des Versuchs im Prinzip auf die Änderung des Neigungswinkels beschränkt, weil dadurch die jeweils erforderliche Kurvenhöhe bei gleichbleibender Lage der Basislinie eingestellt werden kann. Das Bild bleibt also über seiner Basis stehen, während es bei Spalten, die um die optische Achse drehbar sind, mit Änderung des Neigungswinkels wandert.

Der Betrag der seitlichen Versetzung der Drehachse um 12 mm entspricht einer Breite des Bildes des 1. Spaltes auf dem 2., schrägen Spalt von 24 mm, die möglichst nicht unterschritten werden sollte. Sie ist mit den üblichen Lichtquellen (Bandlampe, Gasentladungslampen) gut zu verwirklichen, wenn der 1. Spalt durch ein Linsensystem passender Brennweite (ca. 80 mm) ausgeleuchtet wird und seine Abbildung auf den 2. Spalt, wie meistens üblich, mittels zweier Schlierenlinsen unter achsenparalleler Durchstrahlung der Zelle in natürlicher Grösse erfolgt. Die Breite des Bildes des 1. Spaltes von 24 mm ist speziell für das vom Verfasser vorgeschlagene Kleinbild-Aufnahmeverfahren auf Leica-Film (Bildgrösse 24×36 mm)²⁾ pas-

¹⁾ Der bei Horizontalstellung natürlich auch für gewöhnliche Schlierenaufnahmen verwendet werden kann, wobei die Höhenverstellung (1) zur Einstellung der gewünschten Empfindlichkeit dient.

²⁾ *E. Wiedemann*, Schweiz. med. Wschr. **75**, 229 (1945).

send, das sich nicht nur wegen der Verringerung der Baulänge der Apparatur und der Abkürzung der Belichtungszeiten, sondern auch zufolge der bemerkenswert hohen, damit erreichbaren Messgenauigkeit¹⁾ einzuführen scheint. Bei diesem Aufnahmeverfahren hat das Teilbild eines Standard-Elektrophoresezellen-Abchnitts von 40 mm Höhe die Grösse von 17×24 mm, so dass über einer Basis von 17 mm Länge maximal 24 mm hohe Kurven möglich sind. Bildet man unter Verwendung zweier periskopisch angeordneter, plankonvexer Zylinderlinsen passender Brennweite den schrägen Spalt im Maßstab 1:1 ab, so wird nicht nur das zur Verfügung stehende Bildformat voll ausgenützt, sondern auch eine streng verzeichnungs-freie Abbildung durch dieses System erreicht.

Auch bei der Verwendung von Elektrophorese-Zellen mit Abschnitten von 86 mm Höhe, deren Bild dann eine Basislänge von 36 mm aufweist, erscheint die maximale Kurvenhöhe von 24 mm noch als gut ausreichend.

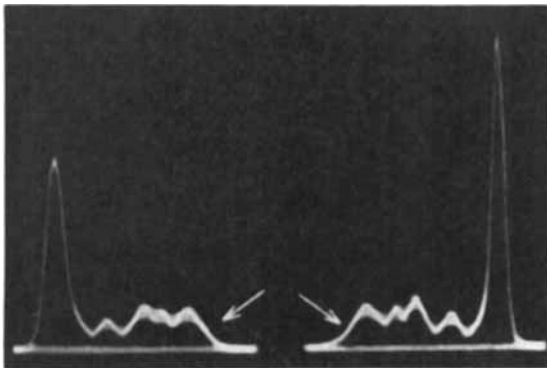


Fig. 4.

In der Fig. 4 ist die Aufnahme der beiden Teilbilder eines pathologischen humanen Plasmas wiedergegeben, wie sie unter Verwendung einer Standard-Elektrophoresezelle und des beschriebenen neuen Spaltes erhalten wurde, dessen Keilstück in diesem Falle einen Öffnungswinkel von 15° aufwies. Die Figur zeigt, dass die Übergänge der Kurvenzüge in die Basislinie (✓) erwartungsgemäss gut und mit relativ konstanter Linienbreite wiedergegeben werden. Zur Aufnahme diente weisses Licht einer Bandlampe, so dass im Hinblick auf die Verwendung nicht chromatisch korrigierter Zylinderoptik die Schärfe der Linien nicht derjenigen gleichkommt, wie sie unter Verwendung monochromatischer Strahlung möglich gewesen wäre. Es sei darauf hingewiesen, dass die Aufnahme der Fig. 4 von Extragradien frei

¹⁾ Vgl. die voranstehende Mitteilung.

ist. Eine allgemein anwendbare Massnahme zur Eliminierung der δ - und ε -boundaries der beiden Teilbilder unter Angleichung der Beweglichkeitswerte der korrespondierenden Gradienten wurde vom Verfasser kürzlich¹⁾ beschrieben.

Der Verfasser dankt auch an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. A. Stoll herzlich für die grosszügige Unterstützung seiner Elektrophorese-Arbeiten.

Chemisch-pharmazeutisches Laboratorium
(Prof. Dr. A. Stoll) „Sandoz“, Basel.

84. Die bromometrische Bestimmung des Enolgehaltes mit Hilfe der Strömungsapparatur

von G. Schwarzenbach und Ch. Wittwer.

(11. II. 47.)

Zusammen mit E. Felder wurde eine Methode zur bromometrischen Bestimmung des Enolgehaltes von sich rasch enolisierenden Ketonen beschrieben, deren Prinzip darin besteht, dass in einer kleinen Mischkammer M die Lösungen A und B mit einer Trägerflüssigkeit C (meist Wasser) zusammenfliessen und das Gemisch kurz darauf an einer Platinelektrode P vorbeiströmt²⁾.

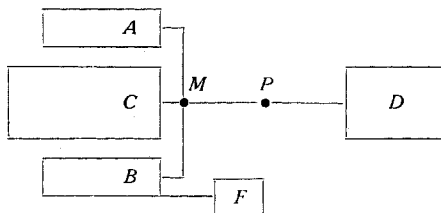


Fig. 1.

A enthält ein enolisierbares Keton von der Konzentration $[S]_A$ neben etwas Kaliumchlorid von der Konzentration $[Cl']_A$ und B ein Bromid-Bromat-Gemisch von solcher Acidität, dass sich darin elementares Brom mit der gewünschten Geschwindigkeit entwickelt. Der Zeitpunkt (Äquivalenzpunkt), bei welchem die Lösung B dem Gemisch ebenso viele Mole Brom zuführt, wie die Lösung A ihm Enol zuführt, ist durch einen scharfen Potentialanstieg gekennzeichnet. In diesem Moment muss das Mischungsverhältnis von A zu B sowie der Bromgehalt in B ermittelt werden. Aus diesen Zahlen lässt sich sodann der Enolgehalt berechnen.

¹⁾ Helv. **30**, 168 (1947).

²⁾ G. Schwarzenbach und E. Felder, Helv. **27**, 1044 (1944); siehe auch Fig. 1, Helv. **23**, 1148 (1940).