Bei früheren Untersuchungen hatte ich¹⁾ in Auszügen von Malagarosinen, welche in Rom gekauft worden waren, ziemlich genau Invertzucker angetroffen, wie aus nachstehenden Zahlen hervorgeht, in welchen die für die verlangte Drehung (Ventzke, 200 mm-Rohr) angegebenen Werthe nach der folgenden Gleichung berechnet worden sind:

$$27,418 : - (42,4 - \frac{1}{2} t) = m : x.$$

In letzterer bedeutet m den für 100 ccm der Auszüge auf Invertzucker berechneten reducirenden Zucker.

Rosinenart	Proc. Zucker in den Auszügen	Polarisations- temperatur	Beobachtete Drehung	Verlangte Drehung
Malaga I. . . .	8,80	16,5°	— 10,7	— 11,0
- II. . . .	15,61	15,0°	— 19,4	— 19,9

Dagegen hatte ich damals bei einem Auszuge von Zibibbo, welcher 9,63 Proc. reducirenden, als Invertzucker berechneten Zucker enthielt, eine Linksdrehung um 10,1 Theilstriche (Ventzke, 200 mm-Rohr $t = 20^\circ$) beobachtet, während jene Menge Invertzucker eine Rotation um — 11,4 verlangt haben würde. Die beobachtete Drehung entsprach nur 8,55 Proc. Zucker, während thatsächlich 9,63 Proc. gefunden worden waren. Hier ist somit mehr Dextrose als Lävulose vorhanden gewesen, und zwar würden bei der Bezugnahme auf 20 Proc. Zucker 2,24 mehr direkt gefunden worden sein, als sich aus der Drehung berechneten.

E. Mach und K. Portele²⁾ haben in 6 Mustern Rosinen von Malaga und Griechenland durchweg mehr Lävulose als Dextrose gefunden. Dagegen hatte Mach³⁾ in Malagarosinen, welche über 1 Jahr alt waren, etwas mehr Dextrose als Lävulose angetroffen, nämlich durch Titrirung 54,45 und durch Polarisation 52,7 Proc. Zucker gefunden. Er schloss daraus, dass bei langem Lagern von Trauben sich das Verhältniss zwischen Dextrose und Lävulose wieder herzustellen scheine, wie es im Invertzucker vorliegt, oder dass sogar die Dextrose zum Vorherrschen gelangen könne. Aehnliches hatte bereits Dubrunfaut⁴⁾ beobachtet, welcher von einer Zerstörung der Lävulose in den Rosinen durch Insektenfrass oder durch eine Art von Gährung sprach.

Ueber den spektroskopischen Nachweis der organischen Farbstoffe.

Von

J. Formánek, k. k. Inspektor.

Vorläufige Mittheilung aus der k. k. Lebensmittel-Untersuchungsanstalt
der böhmischen Universität in Prag.

Es gelangen öfters gefärbte Gegenstände bezw. Lebensmittel zur Untersuchung, in denen entweder der Farbstoff als solcher festzustellen, oder eine

¹⁾ Zeitschr. angew. Chem. 1889, 538.

²⁾ Weinlaube 1880, 545.

³⁾ Annalen der Oenologie 1876, 5, 421.

⁴⁾ Compt. rend. 1849, 29, 51.

etwaige künstliche Färbung nachzuweisen ist. Manchmal ist es auch wünschenswerth, ja sogar nöthig, die Identität eines vorhandenen Farbstoffes mit einem anderen festzustellen.

In der Literatur findet man eine Reihe von ziemlich guten, aber complicirten Methoden zur Bestimmung der Theer- und Pflanzenfarbstoffe; viele begnügen sich nun damit, bloß die Anwesenheit oder Abwesenheit eines fremden Farbstoffes, den sauren oder basischen Charakter, höchstens die Gruppe eines eventuell vorhandenen Farbstoffes zu konstatiren. Systematische Methoden zur Bestimmung der einzelnen Farbstoffe, wie z. B. die von Weingärtner und Rota, welche auf der Einwirkung von Reduktionsmitteln auf verdünnte Farbenlösungen gegründet sind, sind zwar sehr gut, aber ziemlich complicirt und die Methode von Rota erfordert ausserdem gute Kenntnisse der organischen Farbstoffe. Von praktischer Bedeutung ist auch die Ausfärbemethode; sie eignet sich zwar für viele Farbstoffe, aber sie reicht nicht immer zur Bestimmung mancher kombinierten Farbstoffe hin, und zwar aus dem Grunde, weil dieselben je nach Bedarf in verschiedenen Verhältnissen gemischt werden und die Ausfärbung des Gewebes infolgedessen immer verschieden ausfällt.

Diese Methoden, wie alle übrigen, sind jedoch nicht so empfindlich, dass man mit deren Hilfe alle einzelnen oder verwandten Farbstoffe oder Mischungen derselben auf eine leichte Art feststellen und unterscheiden kann, wie z. B. Malachitgrün von Chromgrün, Guineagrün B, Brillantgrün, Rhodamin G von Rhodamin O, Phloxin B von Phloxin BB, Safranin von Rhodulinroth, Methylviolett 1 B von Methylviolett 6 B, Gemische von Eosin und Phloxin und viele andere.

Die Methode, welche, was die Empfindlichkeit und Genauigkeit anbelangt, alle bekannten Methoden übertrifft, ist die spektroskopische Methode. Das Spektroskop wurde bisher seltener benutzt und zwar nur zu einzelnen Untersuchungen; eine systematische spektroskopische Methode giebt es bis jetzt nicht.

Vogel empfahl in seinem Werke „Praktische Spektralanalyse irdischer Stoffe“ die spektralanalytische Methode zur Untersuchung der Farbstoffe und beschrieb auch die Absorptionsspektren mehrerer Theer- und Pflanzenfarbstoffe. Vogel giebt aber die Lage der Absorptionsstreifen nur annähernd an und zwar auf Grund der Fraunhofer'schen Hauptlinien, was aber für die Beurtheilung aller Farbstoffe nicht genügt, sondern höchstens für einige charakteristische Farbstoffe oder einzelne Gruppen mehrerer Farbstoffe. Es wurde zwar von mehreren Seiten darauf hingewiesen, dass das Spektroskop für die Bestimmung der Farbstoffe am geeignetsten wäre, in vielen Büchern wurden auch manche Absorptionsspektren (nicht immer aber richtig) beschrieben und gezeichnet, aber ohne genaue Feststellung ihrer Lage und Eigenschaften; genaue Zeichnungen von Absorptionsspektren der organischen Farbstoffe sind ziemlich wenig veröffentlicht worden¹⁾. Wie bekannt, lassen die Lösungen der Farbstoffe je nach

¹⁾ Vergl. C. Grebe: Azofarben-Spektren u. A.

ihren optischen Eigenschaften nur Lichtstrahlen der bestimmten Wellenlängen durch; beobachten wir nun solche Lösungen mittelst eines mit homogenem Lichte beleuchteten Spektroskopes, so bemerken wir, dass das Spektrum durch besondere, typische, einzelne oder mehrere dunkle Streifen unterbrochen ist, nach deren Beschaffenheit und Lage im Spektrum auf einen bestimmten Farbstoff geschlossen werden kann.

Diese einfache und bequeme Art des Nachweises der Farbstoffe veranlasste mich, diese Absorptionsspektren näher zu studiren. Bei diesem Studium bemerkte ich, dass die Lösungen vieler Farbstoffe gleiche Form der Absorptionsstreifen ausweisen, deren Lagen im Spektrum so nahe aneinander sich befanden, dass man sie blos, wie schon oben gesagt wurde, auf Grund der Fraunhofer'schen Hauptlinien nicht bestimmen kann. Deswegen habe ich die Dunkelheitsmaxima solcher Streifen mittelst des Spektrometers festgestellt und gefunden, dass verschiedene Farbstoffe auch verschiedene Lage der Absorptionsstreifen besitzen, so dass man die Natur der Farbstoffe grösstentheils schon auf Grund der genauen Feststellung der Lage ihrer Absorptionsstreifen bestimmen kann.

Bei Beobachtung verschiedener Absorptionsspektren habe ich gefunden:

1. dass die Streifen einiger Farbstoffe in gleichen Lösungsmitteln so nahe aneinander liegen, dass man sehr genau messen muss, um überhaupt die Differenz der Lagen festzustellen,
2. dass einige Farbstoffe entweder zum Messen unbrauchbare oder keine Absorptionsstreifen liefern, und
3. dass die Absorptionsstreifen einiger verschiedener Farbstoffe sich bei kleinerer Dispersion fast decken können.

Um diesen Mängeln abzuhelpen, beobachtete ich solche Farbstoffe in verschiedenen Lösungsmitteln und fand, dass z. B. die Farbstoffe, deren Absorptionsstreifen in wässrigen Lösungen sich stark näherten, in Aethyl- oder Amylalkohol wieder stark differirten. Die Farbstoffe, welche unbrauchbare Spektren lieferten, versuchte ich in eine zur spektralanalytischen Beobachtung geeignete Form überzuführen, oder aber dieselben mittelst chemischer Agentien in Verbindung mit der spektralanalytischen Beobachtung zu unterscheiden, was bei fast allen Farbstoffen gelungen ist und wodurch somit obiger Mangel beseitigt wurde. Einige durch die Lage ihrer Absorptionsstreifen verwandte Farbstoffe verhalten sich gegen Säure oder Basen verschieden; manche ändern sich durch Einwirkung der Säure, andere wieder durch die Einwirkung der Alkalien; so z. B. die Lösung des Cyanin B, dessen Absorptionsstreifen sich dem des Türkisblau G nähert, wird mit Salpetersäure gelb und ändert sich mit Kalihydrat nicht, wogegen die Lösung des Türkisblau G nach Zusatz der Salpetersäure nicht geändert, aber durch die Einwirkung von Kaliumhydrat entfärbt wird. Manche Farbstoffe ändern die Farbe durch Einwirkung von Säure, andere wieder durch Einwirkung von Basen und liefern andere charakteristische Spektren; manche entfärben sich in saurer, andere wieder in alkalischer Lösung, z. B. die alkoholische Lösung des Eosins entfärbt sich mit Säure, die alkoholische Lösung des Rhodamins S

dagegen mit Alkali; die wässrige Lösung des Naphtolgelbs entfärbt sich mit Säure, die wässrige Lösung des Anramins dagegen mit Alkali.

Farbstoffe, deren Lösungen keine Absorptionsstreifen ausweisen, ändern durch Zusatz von Säure oder Alkali die Farbe und liefern Absorptionsstreifen; so z. B. die wässrige Lösung des Metanilgelbs, welche bloß einseitige Absorption im Blauen zeigt, färbt sich durch Einwirkung von Salpetersäure karminroth und liefert einen Absorptionsstreifen. Die alkoholische Lösung des Azosäuregelbs, welche ebenfalls nur einseitige Absorption im Blauen zeigt, färbt sich durch Einwirkung von Kaliumhydrat karminroth und liefert einen von dem erstgenannten Farbstoffe verschiedenen Absorptionsstreifen.

Finden sich in Mischungen die Streifen einiger Farbstoffe so nahe aneinander, dass sie fast zusammenfließen, so kann man durch Zusatz eines Reagens einen oder anderen Streifen verschieben, oder einen Streifen zum Verschwinden bringen; z. B. die Lösung des Rhodamins und Fuchsin liefert die Absorptionsstreifen nahe aneinander; setzt man zu solcher Lösung Salpetersäure zu, so verschiebt sich der Fuchsinstreifen nach links und verschwindet allmählich, so dass man ihn noch messen kann, und der Rhodaminstreifen bleibt zurück.

Ein Gemisch von Methylviolett und Neublau R liefert in der wässrigen Lösung nahe aneinanderliegende Absorptionsstreifen; setzt man zu einer solchen Lösung Salpetersäure hinzu, so schiebt sich der Absorptionsstreifen von Methylviolett nach links, der Absorptionsstreifen des Neublau R bleibt unverändert, und man kann beide Streifen bequem messen.

Bei allen diesen Versuchen habe ich ebenfalls gefunden, dass bestimmte Gruppen der Farbstoffe auch bestimmte typische Formen besitzen, und zwar entweder einen Streifen, wie z. B. (Fig. 3): grüne und einige blaue Triphenylmethanfarbstoffe, oder (Fig. 4): einige rothe Azofarbstoffe, wie Bordeaux, Echthrot, oder neben einem starken Streifen einen schwachen Streifen rechts (Fig. 5): Pyronine

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

(Eosin, Erythrosin, Rhodamin), Safranin in Aethylalkohol, Fuchsin; oder neben einem starken Streifen zwei schwache Streifen zu beiden Seiten (Fig. 6): wie Phloxine, Phloxin B, BB, oder zwei wellenartig verbundene Streifen (Fig. 7) wie Azofarbstoffe: Ponceau, Azoeosin, oder auch mehrere Streifen, wie Alizarin grün S, Cölestinblau B u. s. w., kurz gesagt, jede Gruppe der Farbstoffe zeigt eine charakteristische Form.

Ordnet man die Lösungen der Farbstoffe nebeneinander, wie ihre Absorptionsstreifen im Spektrum von der linken zur rechten Seite hintereinander folgen, so findet man, dass dieselben eine harmonische Skala bilden, d. i. die Farbe des Spektralfeldes, in welchem sich der Absorptionsstreifen findet, ergänzt sich mit der

Farbe des Farbstoffes. Die Absorptionsstreifen finden sich also z. B. bei grünen Farbstoffen im rothen Felde und bei rothen Farbstoffen im grünen Felde des Spektrums. Von dieser Regel machen einige Farbstoffe eine Ausnahme, aber nur solche, deren Farbenton in eine andere Farbe übergeht, z. B. Methylenblau, Patentblau springen unter grüne Farbstoffe, Rosa Magdala unter violette Farbstoffe über u. s. w. Meistens aber verhalten sich die Farbstoffe so, dass man nach der Art des Farbstoffes schon im Voraus die ungefähre Lage seines Absorptionsstreifens im Spektrum bestimmen kann.

Auf Grund aller dieser Beobachtungen bearbeitete ich eine spektroskopische Methode zur Bestimmung der Farbstoffe, deren Princip folgendes ist:

Alle Farbstoffe theilte ich je nach der Form ihrer Absorptionsstreifen in Gruppen und zwar die rothen und die blauen Farbstoffe in je 7 Gruppen und die grünen und die gelben Farbstoffe in je 5 Gruppen.

Mittelst eines Spektroskopes von geeigneter Dispersion wird zuerst die Gruppe, in welche der gesuchte Farbstoff gehört, bestimmt, sodann wird mit Hilfe einer passenden Vorrichtung zum Messen die Lage des Absorptionsstreifens bestimmt; genügt die Bestimmung der Gruppe und der Lage nicht, so theilt man die Lösung des Farbstoffes in drei Theile; zu dem ersten setzt man Salpetersäure, zu dem zweiten Ammoniak und zu dem dritten Kalihydrat hinzu und beobachtet die Veränderung der Farbe und des Spektrums, und auf Grund dieser Beobachtungen sucht man den betreffenden Farbstoff in den zu diesem Zwecke zusammengestellten Tabellen aus.

Auf diese Art lassen sich alle diese Farbstoffe bestimmen, welche geeignete Absorptionsspektren liefern oder liefern können, oder aber auch solche, welche sich mit chemischen Reagentien ändern.

Im Nachfolgenden sei im Kurzen diese Methode näher beschrieben:

Der zur Bestimmung der Farbstoffe dienende Spektralapparat muss eine passende Dispersion besitzen; die Dispersion darf nicht zu gross sein, damit sich die Absorptionsstreifen nicht zu viel ausdehnen und dadurch eine genaue Messung unmöglich machen, und ausserdem auch, damit man die Uebersicht im Spektrum nicht verliert. Die Dispersion darf aber auch nicht zu klein sein, damit die Streifen nicht zu nahe liegen. Weiter muss der Apparat eine geeignete Vorrichtung zum Messen besitzen. Diesen Bedingungen entsprechen die Apparate, welche das optische Institut von A. Krüss in Hamburg verfertigt. Die genannte Firma ist bereit, alle zu diesem Zwecke dienenden Apparate mit derselben Dispersion zu liefern, so dass die Spektraltafeln, die ich herauszugeben beabsichtige, mit diesen Apparaten ohne jede Umrechnung benutzt werden können. Der Spektralapparat, den man wohl auch für gewöhnliche spektralanalytische Untersuchungen verwenden kann, hat die Form des Bunsen'schen Spektralapparates. Der Spalt ist symmetrisch, d. h. beide Hälften bewegen sich mittelst einer getheilten Trommel symmetrisch gegen die optische Achse des Apparates.

Die Messvorrichtung (Fig. 8) ist darauf eingerichtet, dass sich das mit einem festen und mit der Skala korrespondirenden Fadenkreuze versehene Fernrohr (a) mittelst einer Mikrometerschraube (b) um die vertikale Achse des Apparates

bewegt. Ganze Umdrehungen werden mittelst eines Indexes (i) auf der unter dem Fernrohre befestigten Skala (c), theilweise Umdrehungen auf der mit der Mikrometerschraube verbundenen, in 100 Theile getheilten Trommel (d) abgelesen.

Die Skala ist zur leichteren Kontrolle des Apparates und um die Spektralfeln zu vereinfachen, so eingerichtet, dass die Mitte beider D-Linien gerade auf 10,00 fällt. Zum Beluchten eignet sich am besten die Auer'sche Lampe. Intensives Licht ist besonders zur Beobachtung im blauen und blauvioletten Theile des Spektrums nöthig, wo sich die

Absorptionsstreifen der orangegelben und gelben Farbstoffe befinden, denn in Folge der schwächeren Absorption dieser Farbstoffe ist es nöthig, entweder stärkere Schichten oder etwas mehr konzentrierte Lösungen zu beobachten; ohnedies aber unter Benutzung eines intensiven Lichtes kann man stärkere Lösungen beobachten, in welchen die Streifen scharf auftreten und sich besser messen lassen. Bei Anwendung des Auer'schen Lichtes habe ich auch neue Absorptionsstreifen bei einigen Farbstoffen gefunden, so z. B. bei der wässe-

Fig. 8.

Als Lösungsmittel verwende ich destillirtes Wasser, 97%-igen Aethylalkohol und Amylalkohol. Den Amylalkohol halte ich für ein Hauptlösungsmittel, weil in demselben die Absorptionsstreifen am engsten und so scharf erscheinen, dass man sie ganz genau messen kann.

Alle Lösungsmittel müssen chemisch rein und neutral sein, da manche Absorptionsspektren sich schon durch eine Spur von Säure oder Alkali ändern; ebenfalls muss man bei Anwendung der Glaseprouvetten peinliche Reinlichkeit einhalten. Für Theerfarbstoffe verwende ich Salpetersäure 1 : 5, Ammoniak (spec. Gew. 0,96) 1 : 5, Kalihydrat in Wasser und Aethylalkohol im Verhältnisse 1 : 10. Zur Untersuchung der Pflanzenfarbstoffe verwende ich Schwefelsäure 1 : 5, Essigsäure 1 : 5 und Alaun 1 : 12.

Der zu untersuchende Farbstoff wird in Wasser, Aethylalkohol und Amylalkohol gelöst, in eine gewöhnliche, dünnwandige Glaseprouvette gebracht und dicht vor den Spalt des beleuchteten Apparates gestellt.

Sind die Lösungen konzentriert, so wird allmählich mit dem betreffenden Lösungsmittel verdünnt, bis der Absorptionsstreifen bzw. die Streifen scharf auftreten.

Nach der Form des Absorptionsspektrums wird die Gruppe bestimmt. Manche Farbstoffe sind so charakteristisch, dass man sie auf den ersten Blick erkennen kann; hierbei sei an dieser Stelle bemerkt, dass, wenn zwei oder mehrere Streifen im Spektrum vorkommen, gewöhnlich nur ein Streif stark hervortritt, die übrigen dagegen sind schwächer und verschwinden durch stärkere Verdünnung. Will man daher die Form des Spektrums feststellen, so muss man allmählich verdünnen.

Durch die Bestimmung der Gruppe wird der gesuchte Farbstoff auf eine kleine Anzahl der Farbstoffe beschränkt. Nachher wird die Lösung des Farbstoffes so weit verdünnt, dass der Absorptionsstreifen bzw. die Streifen möglichst eng, dabei aber scharf und gut sichtbar erscheinen. Die Lage der Absorptionsstreifen ist nicht von der Konzentration der Lösung abhängig, denn das Dunkelheitsmaximum der Streifen bleibt, wie ich mich durch eine grosse Anzahl von Messungen überzeugt habe, bei jeder Konzentration konstant; natürlich fliessen in konzentrierten Lösungen, wenn das Absorptionsspektrum aus mehreren Streifen besteht, die Absorptionsstreifen zu einem breiten Streifen zusammen, man muss daher die Lösung so weit verdünnen, bis die Streifen scharf auftreten und durch weitere Verdünnung eben zu verschwinden anfangen. Die Temperaturunterschiede von 16—24° C. haben auf die Lage der Absorptionsstreifen keinen merkbaren Einfluss.

Zur Bestimmung des Farbstoffes nach dieser Methode ist aber gewöhnlich der Hauptstreifen maassgebend.

Nun wird die Lage des Absorptionsstreifens bestimmt. Es geschieht dies, indem man mittelst der Mikrometerschraube das Fernrohr bewegt, die Mitte des Fadenkreuzes genau auf die dunkelste Stelle des Streifens stellt und auf der Skala und Trommel abliest. Wenn man die Lage des Absorptionsstreifens festgestellt hat, so sucht man in den Tabellen auf, welcher Zahlenwerth der x-ten Gruppe mit dem gefundenen Werthe des untersuchten Farbstoffes übereinstimmt. Genügt die Bestimmung der Gruppe und der Lage der Absorptionsstreifen nicht, so theilt man die Lösung in drei Theile in die Eprouvetten, setzt in die erste Eprouvette drei Tropfen nach Vorschrift verdünnter Salpetersäure, in die zweite dieselbe Menge des Ammoniaks und in die dritte auch drei Tropfen Kalihydrat hinzu.

Gleichzeitig wird die Veränderung, welche durch Einwirkung des Reagens in der Lösung verursacht wird, beobachtet. Selbstverständlich wird auch jede Flüssigkeit, zu welcher Säure oder Alkali zugesetzt wurde, spektroskopisch beobachtet, falls sie sich nicht entfärbt.

Auf Grund der gemachten Beobachtungen und gewonnenen Resultate findet man in besonderen zu diesem Zwecke zusammengestellten Tabellen den gesuchten Farbstoff. Diese Tabellen sind so zusammengestellt, dass in denselben die Lage der Absorptionsstreifen in Wasser, in Aethylalkohol und in Amylalkohol angegeben wird und zwar in neutraler, saurer und alkalischer Lösung. Die Zahlen, welche die Lage der Absorptionsstreifen im Spektrum angeben, beziehen sich theils auf die bestimmte Skala des Apparates, welche

bei allen Krüss'schen Spektralapparaten beibehalten wird, theils auch auf bestimmte Wellenlängen, damit man diese Angaben auch auf die Skala anderer Apparate umrechnen kann. Die Zahlen und infolge dessen auch die Wellenlängenangaben sind womöglich von fünf zu fünf abgerundet. Gleichzeitig werden in diesen Tabellen alle Veränderungen, die in der Lösung nach Zusatz der Reagentien vor sich gehen, angezeigt. Diesen Tabellen werden ebenfalls genaue Zeichnungen der Spektren von verschiedenen Farbstoffen und ihre Umwandlungen beigegeben werden.

Zur Untersuchung von farbigen Gegenständen oder Farbstoffen werden verschiedene Lösungsmittel, je nach der Art des zu untersuchenden Gegenstandes, verwendet. Einige Stoffe, wie z. B. Zucker oder Dextrin, stören die spektroskopische Untersuchung nicht; man kann also die Zuckerwaare einfach in Wasser lösen.

Zur Trennung der kombinierten Farbstoffe verwende ich Amylalkohol und Aethylalkohol. Verschiedene Farbstoffe lösen sich in verschiedenen Lösungsmitteln. Der kombinierte Farbstoff wird zuerst mit Amylalkohol geschüttelt, der ungelöste Theil abfiltrirt, mit Aethylalkohol geschüttelt und am Ende mit Wasser behandelt. Die Lösungen werden spektroskopisch untersucht.

Kommt die wässrige Lösung eines Farbstoffes zur Untersuchung und genügt die Beobachtung dieser Lösung bei Anwendung der Reagentien nicht, so wird Amylalkohol zugesetzt und ausgeschüttelt; färbt sich der Amylalkohol nicht, so werden 3—4 Tropfen Salpetersäure hinzugesetzt und darauf von Neuem ausgeschüttelt. In dem Falle wird der eventuell vorhandene und in Amylalkohol unlösliche Farbstoff aufgenommen. Z. B. Säurefuchsin löst sich in Amylalkohol nicht; wird aber Säure zugesetzt, so wird Säurefuchsin von Amylalkohol aufgenommen.

Ob die im Kurzen beschriebene Methode alle Fragen kombinirter Farbstoffe zu lösen im Stande ist, kann ich heute noch nicht mit Bestimmtheit sagen, so viel aber habe ich festgestellt, dass die beschriebene Methode, was einzelne Farbstoffe anbelangt, genau jede Gattung und Art der Farbstoffe aufzufinden im Stande und so empfindlich ist, dass man z. B. Methylviolett 1 B von Methylviolett 6 B, Phloxin von Phloxin B und von Phloxin BB genau unterscheiden kann, ein Ergebniss, welches mit keiner Methode bisher erzielt wurde.

Diese Methode setzt keine genaue Kenntnisse der organischen Farbstoffe voraus, also kann sie jeder, auch mit den organischen Farbstoffen weniger vertraute Chemiker mit Erfolg verwenden.

Ursprünglich habe ich die spektrochemische Methode nur für die Farbstoffe, welche zur Färbung der Lebensmittel verwandt werden, ausgearbeitet; da ich aber die Bestimmung anderer Farbstoffe, besonders auch für Farbenchemiker wichtig halte, so nehme ich in die Tabellen alle wichtigsten Farbstoffe auf. Ich behalte es mir daher vor, mit der Zeit eine ausführliche Anleitung nebst Tabellen und genauen Zeichnungen der Spektren zu veröffentlichen.

Zum Schlusse mögen vier Beispiele der spektroskopischen Tabellen aufgeführt werden.

Gruppe I.

Beispiel des

Handelsname	Farbe	In Wasser				Absorption
		Absorption	Salpetersäure	Ammoniak	Kaliumhydrat	
Eosin I , gelblich [By]	gelbroth fluorescirt	Hauptstreif 13,60 [514] ¹⁾ Nebenstreif 15,75 [482,25]	entfärbt sich	ändert sich nicht	ändert sich nicht	Hauptstreif 1 [Nebenstreif 1 [48
Methyleosin [A]	gelbroth fluorescirt	Hauptstreif 13,10 [522,5] Nebenstreif 15,40 [487]	entfärbt sich	ändert sich nicht	ändert sich nicht	Hauptstreif 1 [52 Nebenstreif 1 [48
Rhodamin G [By]	rosaroth fluorescirt	Hauptstreif 11,60 [551,5] Nebenstreif 13,55 [515]	Farbe unverändert Hauptstreif 11,45 [554,75] Nebenstreif 13,40 [517,5]	ändert sich nicht	ändert sich nicht	Hauptstreif 1 [54 Nebenstreif 1 [50
Rhodamin O [M]	rosaroth fluorescirt	Hauptstreif 11,45 [554,75] Nebenstreif 13,45 [516,5]	Farbe unverändert Hauptstreif 11,30 [558] Nebenstreif 13,30 [519]	ändert sich nicht	ändert sich nicht	Hauptstreif 1 [54 Nebenstreif 1 [50

Gruppe II.

Phloxin B [D]	rosaroth fluorescirt	Hauptstreif 13,50 [515,75] Nebenstreife 11,65 15,75 [550,5] [482,25]	entfärbt sich	ändert sich nicht	ändert sich nicht	Hauptstreif 1 [Nebenstreif 11,20 15 [560,25] [48
Phloxin BB [L]	rosaroth fluorescirt	Hauptstreif 13,35 [518,25] Nebenstreife 11,70 15,55 [549,25] [485]	entfärbt sich	ändert sich nicht	ändert sich nicht	Hauptstreif 1 [Nebenstreif 11,20 15 [560,25] [49

¹⁾ Wellenlängen.

rothen Farbstoffe.

Gruppe I.

ethylalkohol			In Amylalkohol			
Salpetersäure	Ammoniak	Kalihydrat in Alkohol	Absorption	Salpetersäure	Ammoniak	Kalihydrat in Alkohol
entfärbt sich	Farbe unverändert Hauptstreif 13,10 [522,5] Nebenstreif 15,45 [486,5]	wie bei Ammoniak	Hauptstreif 12,45 [534,5] Nebenstreif 14,70 [497]	entfärbt sich	Farbe unverändert Hauptstreif 12,95 [525,25] Nebenstreif 15,15 [490,5]	wie bei Ammoniak
entfärbt sich	Farbe unverändert Hauptstreif 12,80 [528] Nebenstreif 15,15 [490,5]	wie bei Ammoniak	Hauptstreif 12,15 [540,25] Nebenstreif 14,55 [498,25]	entfärbt sich	Farbe unverändert Hauptstreif 12,50 [533,5] Nebenstreif 14,85 [494,75]	wie bei Ammoniak
Farbe unverändert Hauptstreif 11,60 [551,5] Nebenstreif 13,65 [513,25]	ändert sich nicht	ändert sich nicht	Hauptstreif 11,85 [546,25] Nebenstreif 13,90 [509]	Farbe unverändert Hauptstreif 11,60 [551,5] Nebenstreif 13,65 [513,25]	Farbe unverändert Hauptstreif 12,15 [540,25] Nebenstreif 14,40 [501,5]	Farbe unverändert Hauptstreif 12,05 [542,25] Nebenstreif 14,20 [504,5]
Farbe unverändert Hauptstreif 11,45 [554,75] Nebenstreif 13,55 [515]	ändert sich nicht	ändert sich nicht	Hauptstreif 11,65 [550,5] Nebenstreif 13,70 [512,5]	Farbe unverändert Hauptstreif 11,45 [554,75] Nebenstreif 13,55 [515]	Farbe unverändert Hauptstreif 11,95 [544,25] Nebenstreif 14,05 [506,75]	wie bei Ammoniak

Gruppe II.

entfärbt sich	Farbe unverändert Hauptstreif 13,05 [523,25] Nebenstreife 11,20 15,35 [560,25] [487,75]	wie bei Ammoniak	Hauptstreif 12,45 [534,5] Nebenstreife 11,00 14,75 [564,75] [496,25]	entfärbt sich	Farbe unverändert Hauptstreif 12,80 [528] Nebenstreife 11,05 15,10 [563,75] [491,25]	Farbe unverändert Hauptstreif 12,85 [527] Nebenstreife 11,10 15,15 [562,5] [490,5]
entfärbt sich	Farbe unverändert Hauptstreif 12,90 [526] Nebenstreife 11,20 15,20 [560,25] [490]	wie bei Ammoniak	Hauptstreif 12,20 [539,25] Nebenstreife 11,00 14,50 [564,75] [500]	entfärbt sich	Farbe unverändert Hauptstreif 12,65 [530,75] Nebenstreife 11,05 14,90 [563,75] [494,25]	Farbe unverändert Hauptstreif 12,75 [528,75] Nebenstreife 11,10 15,00 [562,5] [492,75]

Beispiel der grünen Farbstoffe.

Gruppe I.

Handelsname	Farbe	In Wasser				In Aethylalkohol				In Amylalkohol			
		Absorption	Salpetersäure	Ammoniak	Kalhydrat	Absorption	Salpetersäure	Ammoniak	Kalhydrat in Alkohol	Absorption	Salpetersäure	Ammoniak	Kalhydrat in Alkohol
Malachitgrün kryst. [M] ¹⁾	blau-grün	Streif 9,00 [618,25]	hellgrün, entfärbt sich allmählich	entfärbt sich (weisse Trübung)	entfärbt sich sofort (weisse Trübung)	Streif 8,83 [623]	ändert sich nicht	entfärbt sich	entfärbt sich sofort	Streif 8,75 [625,5]	ändert sich nicht	entfärbt sich	entfärbt sich sofort
Guineagrün B [A]	grün	Streif 8,85 [622,5]	entfärbt sich allmählich	entfärbt sich allmählich	entfärbt sich	Streif 8,70 [621,25]	ändert sich nicht, Absorption verstärkt	entfärbt sich	entfärbt sich sofort	Streif 8,60 [630,75]	ändert sich nicht, Absorption verstärkt	entfärbt sich	entfärbt sich sofort
Brillantgrün kryst. [M]	blau-grün	Streif 8,75 [625,5]	gelb, entfärbt sich allmählich	entfärbt sich allmählich (weisse Trübung)	entfärbt sich (weisse Trübung)	Streif 8,65 [629]	ändert sich nicht	entfärbt sich allmählich	entfärbt sich sofort	Streif 8,60 [630,75]	ändert sich nicht	entfärbt sich allmählich	entfärbt sich sofort
Säuregrün konc. [M]	blau-grün	Streif 8,45 [635,75]	grün, entfärbt sich allmählich	entfärbt sich	entfärbt sich	Streif 8,45 [635,75]	ändert sich nicht, Absorption verstärkt	entfärbt sich	entfärbt sich sofort	unlöslich, nach Zusatz der Salpetersäure löslich	Streif 8,40 [637,5]	—	—
Methylgrün kryst. I gelblich [By]	blau-grün	Streif 8,45 [635,75]	grün	entfärbt sich allmählich	entfärbt sich	Streif 8,25 [643]	ändert sich nicht	entfärbt sich	entfärbt sich sofort	Streif 8,30 [641,25]	ändert sich nicht	entfärbt sich	entfärbt sich sofort
Echtlichtgrün [By]	blau-grün	Streif 8,40 [637,5]	gelb	ändert sich nicht	ändert sich nicht	Streif 8,65 [629]	Farbe unverändert, Streif 8,60 [630,75]	ändert sich nicht	ändert sich nicht	Streif 8,65 [629]	Farbe unverändert, Streif 8,55 [632,5]	ändert sich nicht	entfärbt sich teilweise
Patentgrün O [M]	blau-grün	Streif 8,35 [639,5]	gelbgrün	Farbe unverändert Streif 8,60 [630,75]	wie bei Ammoniak	Streif 8,60 [630,75]	Farbe unverändert, Streif 8,55 [632,5]	ändert sich nicht	ändert sich nicht	Streif 8,65 [629]	Farbe unverändert, Streif 8,55 [632,5]	ändert sich nicht	gelb-grün ²⁾ Streif 8,90 [620,75]

¹⁾ Abkürzung der Firmenbezeichnung nach G. Schultze's „Tabellarische Uebersicht der künstlichen organischen Farbstoffe.“

²⁾ Der Amylalkohol selbst färbt sich nach Zusatz des Kalihydrats in Alkohol gelb, giebt einseitige Absorption in Blauem und beeinflusst etwas die Farbe der Lösung.

Beispiel der gelben Farbstoffe.

Handelsname	Farbe	In Wasser				In Aethylalkohol				In Amylalkohol			
		Absorption	Salpetersäure	Ammoniak	Kalhydrat	Absorption	Salpetersäure	Ammoniak	Kalhydrat in Alkohol	Absorption	Salpetersäure	Ammoniak	Kalhydrat in Alkohol
Säuregelb R [A]	gelb	einseitige Absorption in Blauem	orange gelb, verwaschener Streif 14,20 [504,5]	ändert sich nicht	ändert sich nicht	einseitige Absorption in Blauem	orange gelb, verwaschener Streif 14,20 [504,5]	ändert sich nicht	ändert sich nicht	fast unlöslich	—	—	—
Metanilgelb extra [A]	gelb (Stich in Orange)	einseitige Absorption in Blauem	karminroth verwaschener Streif beiläufig 12,80 [528]	ändert sich nicht	ändert sich nicht	einseitige Absorption in Blauem	schwach orange gelb	ändert sich nicht	ändert sich nicht	einseitige Absorption in Blauem	schwach orange gelb	ändert sich nicht	ändert sich nicht
Azosäuregelb [A]	gelb	einseitige Absorption in Blauem	ändert sich nicht	ändert sich nicht	bräunlich	einseitige Absorption in Blauem	ändert sich nicht	ändert sich nicht	karminroth, verwaschener Streif beiläufig 10,40 [579,25]	einseitige Absorption in Blauem	ändert sich nicht	ändert sich nicht	karminroth, verwaschener Doppelstreif
Martiusgelb [A]	gelb	einseitige Absorption in Blauem	entfärbt sich (weisse Trübung)	ändert sich nicht	ändert sich nicht	einseitige Absorption in Blauem	entfärbt sich	ändert sich nicht	ändert sich (weisse Trübung)	einseitige Absorption in Blauem	entfärbt sich	ändert sich nicht	ändert sich nicht
Auramin [M]	gelb (grünlich)	einseitige Absorption in Blauem	ändert sich nicht	ändert sich nicht	entfärbt sich	einseitige Absorption in Blauem	ändert sich nicht	ändert sich nicht	entfärbt sich	einseitige Absorption in Blauem	ändert sich nicht	ändert sich nicht	entfärbt sich

Beispiel der

Gruppe I.

Handelsname	Farbe	In Wasser			
		Absorption	Salpetersäure	Ammoniak	Kalihydrat
Türkisblau G [By]	blau	Streif 8,55 [632,5]	grünlich, Absorption unverändert	ändert sich nicht	entfärbt sich allmählich
Cyanin B [M]	blau- grünlich	Streif 8,50 [634]	gelb	Farbe unverändert, Streif 8,80 [624]	wie bei Ammoniak

Gruppe II.

Methylviolett 1 B [By]	violett	Hauptstreif 10,05 [588,25] Nebenstreif 12,40 [535,5]	blau, dann grün, Streif 8,70 [627,25]	ändert sich nicht	entfärbt sich sofort
Methylviolett 6 B [By]	violett	Hauptstreif 9,85 [593,25] Nebenstreif 12,20 [539,25]	blau, dann grün Streif 8,50 [634]	entfärbt sich theilweise	entfärbt sich allmählich

Gruppe III.

Wasserblau grünlich I [By]	blau	Streif 10,50 [576,75]	ändert sich nicht	ändert sich nicht	violett, entfärbt sich
Indulin B [By]	blau	Streif 10,20 [584,25]	ändert sich nicht	violett	roth violett
Indophenol [D H]	blau	unlöslich	—	—	—

blauen Farbstoffe.

Gruppe I.

In Aethylalkohol				In Amylalkohol			
Absorption	Salpetersäure	Ammoniak	Kalihydrat in Alkohol	Absorption	Salpetersäure	Ammoniak	Kalihydrat in Alkohol
Streif 8,35 [639,5]	ändert sich nicht	ändert sich nicht	entfärbt sich	Streif 8,30 [641,25]	ändert sich nicht	ändert sich nicht	entfärbt sich
Streif 8,90 [620,75]	ändert sich nicht	ändert sich nicht	entfärbt sich theilweise	Streif 8,80 [624]	Farbe unverändert, Streif 8,70 [627,25]	ändert sich nicht	grün (infolge Gelbwerdens des Amylalkohols.)

Gruppe II.

Hauptstreif 10,05 [588,25]	blau, Absorption unverändert	ändert sich nicht	entfärbt sich	wie in Aethylalkohol	ändert sich nicht	ändert sich nicht	entfärbt sich
Nebenstreif 12,10 [541]							
Hauptstreif 9,85 [593,25]	ändert sich nicht	ändert sich nicht	entfärbt sich	wie in Aethylalkohol	ändert sich nicht	ändert sich nicht	entfärbt sich
Nebenstreif 11,90 [545,25]							

Gruppe III.

fast unlöslich	—	—	—	unlöslich	—	—	—
verwaschener Streif 10,20 [584,25]	Farbe unverändert, Streif nach links verschoben	violett, Streif nach rechts verschoben	roth	unlöslich	—	—	—
verwaschener Streif 9,65 [598,5]	entfärbt sich	ändert sich nicht	ändert sich nicht	verwaschener Streif 9,65 [598,5]	entfärbt sich (braungelb)	ändert sich nicht	grün (infolge Gelbwerdens des Amylalkohols.)