

ein Organ wesentlich vom Standpunkt seiner historischen Entstehung; die Anatomie fällt, insoferne sie „vergleicht“, mit der Phylogenie zusammen. Die Resultate dieser Vergleichung, die in der Phylogenie zum Ausdruck kommen, sind natürlich mehr oder weniger hypothetisch; ebenso sicher aber ist es, dass wir keine Methode haben, die uns eine weniger hypothetische Zusammenfassung anatomischer Thatsachen gestatten würde.

(Fortsetzung folgt.)

Ueber flüssige Strahlenfilter.

Von Dr. Wilibald A. Nagel,

Privatdozent der Physiologie in Freiburg in Br.

Unter „Strahlenfiltern“ versteht man bekanntlich durchsichtige gefärbte Medien, welche von dem gemischten weißen Lichte den größeren Teil absorbieren, homogenes Licht von einer bestimmten Farbe aber durchlassen. Diese Strahlenfilter liefern also, wenn unzerlegtes Licht in sie einfällt, ein annähernd monochromatisches Licht.

Der Biologe, wie auch der Physiker und Chemiker, kommt nicht selten in die Lage, monochromatisches Licht zu verwenden, und zwar oft unter Umständen, wo die Anwendung der idealen Methode zur Erzeugung monochromatischen Lichtes, die spektrale Zerlegung durch ein Prisma, ebenso wie die Verwendung monochromatischer Flammen ausgeschlossen ist. Abgesehen von den Unbequemlichkeiten, die die spektrale Zerlegung des Lichtes bei vielen Versuchsanordnungen mit sich bringt, stellen sich diesem Verfahren namentlich dann Schwierigkeiten in den Weg, wenn eine große Fläche oder ein größerer Raum mit einfarbigem Lichte beleuchtet werden soll und wenn auf der ganzen Fläche eine gleichmäßige und ansehnliche Lichtstärke verlangt wird. Nun geben ja allerdings alle Strahlenfilter ein Licht, welches nicht in dem Sinne monochromatisch ist, wie etwa das Licht einer Natrium- oder Thalliumflamme; sie lassen vielmehr immer Lichtarten von verschiedener Wellenlänge durch, ihr Spektrum zeigt also nicht eine einzige farbige Linie, sondern einen mehr oder weniger breiten Streifen. Dadurch ist ihre Verwendung auf solche Fälle beschränkt, wo es nicht darauf ankommt, ein Licht gerade von einer ganz bestimmten Wellenlänge zu verwenden. Dagegen ist zu bedenken, dass auch das durchs Prisma zerlegte Licht um so weniger rein monochromatisch ist, je weiter der Objektivspalt (Collimators spalt) ist, und dass in Folge dessen ein spektral reines Licht stets nur einen sehr kleinen Bruchteil der Gesamthelligkeit der verwendeten Lichtquelle aufweisen kann. Soll nun dieses Licht noch durch Linsenkombination auf eine größere Fläche verteilt werden, so wird die Helligkeit selbst bei der intensivsten Lichtquelle gering.

Diese Umstände haben seit langer Zeit schon den Anlass gegeben, für gewisse geeignete Fälle die Strahlenfilter zu bevorzugen, und es

sind verschiedene Methoden im Gebrauch, um auf diese einfache Art ein annähernd monochromatisches Licht zu erzeugen. Ganz vorzugsweise wird zu diesem Zwecke das rote Rubinglas verwendet, zur Erzeugung von Blau (da es keine monochromatisch blauen Gläser giebt) die Lösung von schwefelsaurem Kupferoxydammoniak. Die Botaniker bedienen sich zur Untersuchung der Einwirkung farbigen Lichtes auf die Lebensprozesse der Pflanzen neben dieser blauen Flüssigkeit auch noch der Lösung des Kaliumbichromates, allerdings nicht in der Absicht, mit diesen beiden Flüssigkeiten monochromatische Lichter zu erzeugen, sondern nur um die Wirkung beider Spektralhälften getrennt zu untersuchen: die blaue Lösung lässt Violett, Blau und Grün durch (nur in dicken Schichten oder bei Anwendung einer gesättigten Lösung allein das Blau), die Bichromatlösung Rot, Orange, Gelb und Gelbgrün.

Ich habe bei Gelegenheit verschiedener Untersuchungen das Bedürfnis nach verschiedenfarbigen Strahlenfiltern empfunden und mich daher bemüht, mir einige derartige herzustellen. Was ich an Litteratur darüber finde, ist nicht sonderlich viel, und vor allem nichts, was für meine Zwecke sich als geeignet erwiesen hätte. Einige Litteraturangaben, die natürlich nicht erschöpfend sein sollen, folgen unten.

Farbige Glasplatten, die in mancher Hinsicht am bequemsten wären, lassen nur eine beschränkte Verwendung zu. Einfarbiges Licht geben nur die dunkleren Nuancen des roten Ueberfangglases. Doch giebt es auch für den rein roten Spektralbezirk viel lichtstärkere Strahlenfilter in gewissen Flüssigkeiten (wovon unten näheres). Die übrigen Spektralfarben sind durch eine einzige Glasplatte auch nicht annähernd rein zu erhalten, da diese immer komplizierte Spektren geben. Durch Uebereinanderlegen mehrerer Scheiben bekommt man wohl reinere Farben (z. B. beim Grün), doch wird das Licht hierbei stets sehr erheblich abgeschwächt, infolge der unvollkommenen Durchsichtigkeit der Platten. Besonders die grünen Platten fand ich größtenteils aus ungleichmäßigem blasigem Glase bestehend. Außerdem trifft man selten farbige Glasscheiben, die auf einer größeren Fläche ein und dieselbe Farbennuance und Helligkeit zeigen.

Noch weit mehr gilt dies von den gefärbten Gelatineplatten, die Kirschmann¹⁾ empfohlen hat. Sie sind außerordentlich ungleichmäßig gefärbt und von unvollkommener Durchsichtigkeit. Sie ertragen außerdem weder Hitze noch Feuchtigkeit, und ihre Farben, von Anilinfarbstoffen herrührend, sind nicht haltbar; sie verblässen am Lichte. Trotzdem werden sie für gewisse Zwecke recht brauchbar sein, so namentlich dann, wenn eine große Fläche mit dem Strahlenfilter bedeckt werden soll und es nicht auf Gleichmäßigkeit der ganzen Fläche ankommt.

1) A. Kirschmann, Ueber die Herstellung monochromatischen Lichtes. Philos. Studien v. W. Wundt, Bd. 6, 1891, S. 543—552.

Für gewisse andere Fälle aber eignen sich unstreitig die absorbierenden Flüssigkeiten am besten, die in parallelwandigen Glaströgen zur Anwendung kommen. Sie können in vollkommener Durchsichtigkeit und absoluter Gleichmäßigkeit hergestellt werden, lassen sich, wenn man einmal die für einen bestimmten Zweck erwünschte Zusammensetzung der Farblösung ermittelt hat, jedesmal wieder in genau gleicher Beschaffenheit herstellen, sie sind endlich weit lichtstärker als gleichfarbige Strahlenfilter aus Glas oder Gelatine.

Landolt¹⁾ hat sich derartige Flüssigkeiten in verschiedenen Farben hergestellt und die Recepte mitgeteilt. Der spezielle Zweck, zu dem sie ihm dienten (Beobachtungen über Rotationsdispersion), erklärt es, dass Landolt erstens nicht darauf ausging, Flüssigkeiten zu suchen, die schon in relativ dünnen Schichten verwendbar wären, und zweitens auch keinen Anstoß daran nahm, dass er zu seinen Kombinationen zwei oder drei Glaströge von 20 mm Dicke hintereinander stellen musste, um reine Farben zu erhalten. Für andere Zwecke ist die Verwendung einer einzigen Flüssigkeit, die in nicht dickerer Schicht als 1 cm (oder weniger) verwendet zu werden braucht, weit besser, schon deshalb, weil die Reflexion an den Glasflächen der verschiedenen Tröge einen ansehnlichen Lichtverlust bedingt.

Im folgenden gebe ich einige Notizen über die Herstellung mehrerer Farblösungen, die ein mehr oder weniger monochromatisches Licht von möglichst großer Lichtstärke durchlassen. Die dabei benützten Substanzen gehören durchgehends zu den gewöhnlichen Reagentien des chemischen und mikroskopischen Laboratoriums, die Lösungen sind also bequem und rasch herzustellen; in verschlossener Flasche halten sie sich mindestens wochenlang unverändert. Die Farbkombinationen sind stets so gewählt, dass die Substanzen sich in einem einzigen Troge mischen lassen, ohne Niederschläge zu geben. Sie könnten also gegebenenfalls auch in den doppelwandigen Glasglocken zur Verwendung kommen, wie sie zu pflanzenphysiologischen Versuchen benützt werden.

Genau Zahlenangaben über die Gewichtsverhältnisse, in denen die Substanzen zur Erzeugung der einzelnen Farben zu mischen sind, habe ich nicht gemacht, da ich voraussetze, dass, wo es sich um Erzeugung eines genau bestimmten einfarbigen Lichtes handelt, die Mischung stets unter Kontrolle eines Spektroskopes ausgeführt wird, was viel rascher und bequemer geht, als wenn man die Substanzen zuvor genau abwägen wollte. Wo ich von „gesättigter Lösung“, von Zusatz „einiger Tropfen“ einer Farblösung spreche, beziehen sich diese Angaben stets auf eine Schichtdicke von 1 cm (wo nichts anderes be-

1) H. Landolt, Methode zur Bestimmung der Rotationsdispersion mit Hilfe von Strahlenfiltern. Ber. deutsch. chem. Gesellsch., 1894, S. 2872.

merkt ist) und ein Flüssigkeitsquantum von etwa 20 ccm. Als Lichtquelle diente ein Auerbrenner.

Rot. Die roten Ueberfanggläser (Rubingläser), die in sehr verschiedenen Nuancen hergestellt werden, verkürzen das rote Spektralende wenig oder gar nicht. Gegen die kürzerwellige Seite erstreckt sich der durchgelassene Bezirk bei den (am häufigsten gebrauchten) helleren Sorten bis nahe zur Linie D, bei den dunkleren bis in die Mitte zwischen C und D.

Für photographische Zwecke wird neuerdings eine Glassorte hergestellt, welche aus blassblauem Cobaltglas mit rotem Ueberfang besteht. Sie soll die photographisch schon etwas wirksamen orangefarbenen Strahlen absorbieren. In der That erstreckt sich der durchgelassene Bezirk bei diesen Gläsern nur etwa so weit ins Orange wie bei einem gewöhnlichen Rubinglas von merklich dunklerer Nuance. Bei gleich großem durchgelassenen Spektralbezirk ist das Rot bei den neuen Gläsern etwas lichtstärker, als bei den gewöhnlichen, doch lange nicht so lichtstark, wie bei einigen flüssigen Strahlenfiltern.

Wie schon oben erwähnt, giebt es rote Flüssigkeiten, die bei gleichem Umfange des durchgelassenen Spektralbezirks heller erscheinen, als die Rubinscheiben. Als besonders bequem verwendbar sind die Karmin- und Cochenillefarben bekannt. Ich benütze die für mikroskopische Färbungen beliebte Lithionkarminlösung, die schon in 1 mm dicker Schicht reines Rot liefert, in $\frac{1}{2}$ mm dicker Schicht Rot mit einem Teile des Orange.

Stellt man eine Verdünnung dieser Lösung her, welche nach dem bloßen Augenschein einer gewöhnlichen Rubinglasscheibe mittlerer Helligkeit vollkommen gleicht, so findet man spektroskopisch nur Rot, kein Orange, wie bei jener, das Rot dafür aber ganz erheblich heller.

Wählt man eine Verdünnung, bei welcher der durchgelassene Spektralbezirk demjenigen des Cobalt-Rubinglases oder eines der dunkleren Rubingläser gleich ist, so ist der Unterschied in der Helligkeit bei direkter wie bei spektroskopischer Betrachtung sehr in die Augen fallend.

Orange. Eine Flüssigkeit einheitlicher Art, welche nur Orange durchlässt, ist mir nicht bekannt. Die Lösung des Anilinfarbstoffes Orange lässt auch Rot durch, die orangefarbene Lösung des Kaliumbichromat bei 1 cm Schichtdicke Rot, Orange, Gelb, Gelbgrün. Ein monochromatisches Orange lässt sich dagegen durch Mischung gewinnen. Zu einer Flüssigkeit, welche nur rote und orangefarbene Strahlen durchlässt, wässriger Safraninlösung, setzt man eine Substanz, die Rot absorbiert, Kupferacetat. Am besten bereitet man eine nicht ganz gesättigte Lösung von Kupferacetat, setzt ein paar Tropfen Essig-

säure zu und alsdann tropfenweise soviel starke Saffraninlösung, bis das Spektroskop das reine Gelb ausgelöscht zeigt.

Der sichtbare Streifen beginnt dann etwa bei der Linie C und endigt bei D, hell erscheint aber nur das eigentliche Orange, etwa von der Wellenlänge 640—600 $\mu\mu$.

Die Schichtdicke kann, wenn man das Kupfersalz konzentriert nimmt, ein wenig unter 1 cm heruntergehen. Die Lichtstärke dieses Strahlenfilters ist ein wenig geringer als die eines rein roten, durch Lithionkarmin gebildeten.

Gelb. Ein Strahlenfilter herzustellen, das nur Gelb durchlässt, ist deshalb ganz besonders schwer, weil das Gelb im Spektrum von allen Farben weitaus den kleinsten Bezirk einnimmt und sogleich in Orange und Gelbgrün übergeht. Es ist bis jetzt unmöglich, eine Kombination zu finden, die das Gelb annähernd rein und doch in seiner Intensität wenig abgeschwächt giebt. Will man dagegen einen schmalen orangefarbenen und einen ebensolchen grüngelben Saum mitnehmen, also etwa die Region: 620—570 $\mu\mu$, so ist ein derartiger Strahlenfilter leicht herzustellen, auch ohne dass man, wie Landolt (a. a. O.) thut, 3 dicke Tröge hintereinander schaltet. Man kommt mit einer einzigen Schicht von 1 cm Dicke aus. Zu diesem Zwecke löscht man wiederum durch gesättigte saure Kupferacetatlösung das Rot und die röttere Hälfte des Orange aus, alsdann durch Einträufeln gesättigter wässriger (mit Essigsäure versetzter) Lösung von Orange G (von Dr. Grübler) die ganze stärker brechbare Seite bis auf einen Rest des Gelbgrün.

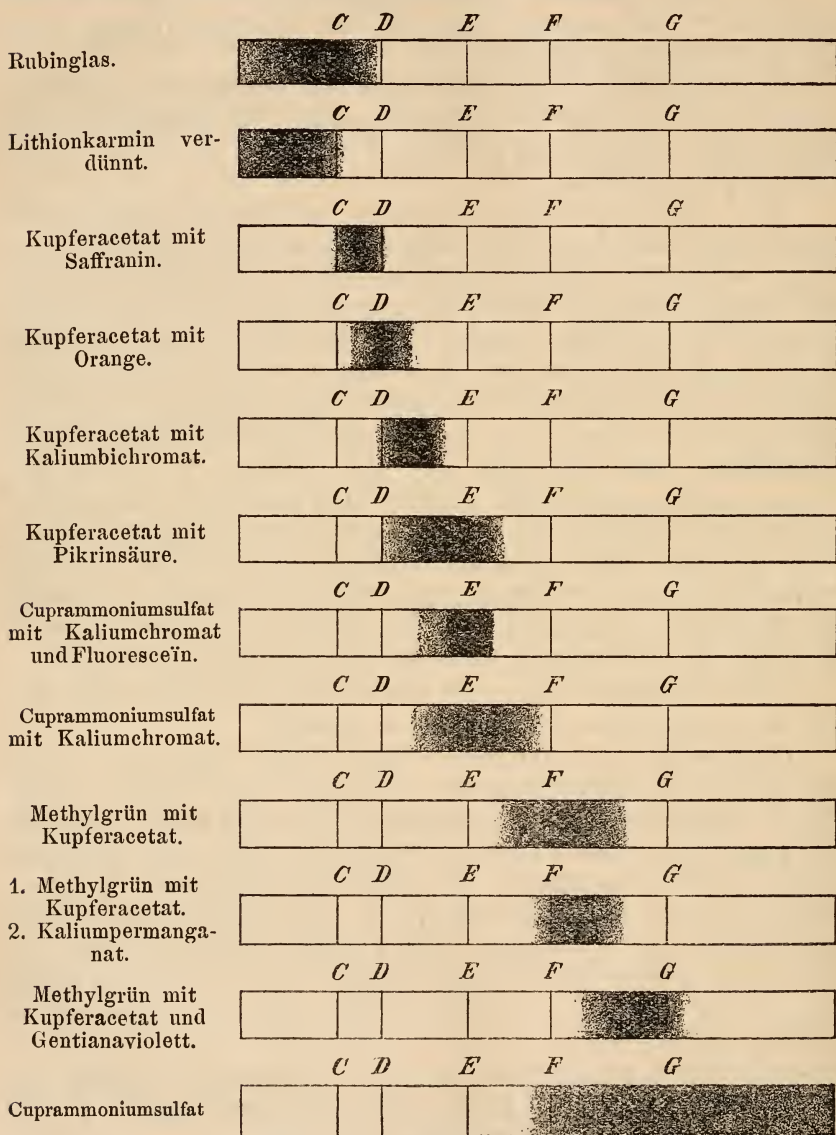
Die so erhaltene Lösung sieht braun aus und ist etwa ebenso hell wie die orangefarbene; sie hält sich nicht lange.

Grüngelb und Gelbgrün. Diese Farben lassen sich isoliert mit solcher Lichtstärke herstellen, wie keine andere Farbe. Kombination von Kupferacetat mit Kaliumbichromat wird dabei verwendet. Am besten kocht man in einer mit Essigsäure angesäuerten gesättigten Lösung von Kaliumbichromat Krystalle des Kupfersalzes im Ueberschuss. Nach dem Erkalten filtriert man. Das Kupferacetat absorbiert das Rot und fast alles Orange, einen schmalen Teil des letzteren, sowie das reine Gelb sieht man ganz dunkel, dann aber das Grüngelb intensiv hell, von 580 $\mu\mu$ an etwa bis 530, oder bei dickerer Schicht (1,2—1,5 cm) bis 560 $\mu\mu$.

Statt des Bichromats kann man auch Pikrinsäure verwenden, und bei deren Kombination mit Kupferacetat den Spektralbezirk 580—520 sehr lichtstark erhalten (Schichtdicke 1 cm).

Grün. Lässt man in der Mischung von Kupferacetat mit Pikrinsäure oder Kaliumbichromat die erstgenannte Substanz in größtmöglicher Menge sich auflösen, während der andere Mischungsbestandteil in einer nicht zur Sättigung hinreichenden Menge vorhanden ist, so kann man ein das gesamte Grün durchlassendes Strahlenfilter herstellen,

beziehungsweise von diesem durch Hinzufügung von Pikrinsäure oder Kaliumbichromat vom blaugrünen Ende her beliebige Stücke abschneiden. Solche Strahlenfilter sind sehr lichtstark.



Reines Grün ohne Gelbgrün erhält man durch Kombination der gesättigten Lösung von Kaliummonochromat mit Cuprammoniumsulfat. Letzteres wird in gesättigter Lösung mit reichlichem Ammoniaküberschuss verwendet und der Chromatlösung tropfenweise zugefügt, bis das ganze Rot, Orange, Gelb und Gelbgrün ausgelöscht ist.

Das durchgelassene Licht ist etwa 535—495 $\mu\mu$. Die Mischung kann schon in 0,7 cm dicker Schicht verwendet werden, ist aber nicht so hell wie die Gelbgrün-Mischungen.

Will man den blaugrünen Anteil der Strahlen entfernen, also nur 535—510 durchlassen, so gelingt die Herstellung des entsprechenden Filters leicht, indem man zu der letztgenannten Mischung einige Tropfen einer schwach alkalisch gemachten wässrigen Lösung von Fluorescein zusetzt, welches blaugrün absorbiert.

Blaugrün und Cyanblau. Diese Farben werden von Methylgrün und Jodgrün in dünnen Lösungen durchgelassen, daneben auch noch das äußerste Rot. Dies entfernt man durch Kupferacetat. Am besten tropft man starke Methylgrünlösung in die sauer gemachte Kupferlösung. Der durchgelassene Bezirk ist etwa 500—460 $\mu\mu$.

Cyanblau. Ein reines und sehr lichtstarkes Blau, vorzugsweise die weniger brechbaren Teile des gesamten Blau, erhält man, wenn man vor die letzterwähnte Mischung entweder einen zweiten Trog mit einer schwachen Lösung von Kaliumpermanganat bringt oder ihr einige Tropfen Gentianaviolettlösung direkt zusetzt. Diese beide Medien absorbieren das Grün, lassen aber Blau durch. Bei Verwendung des übermangansauren Kali hat man den Vorteil einer scharfen Grenze am Blaugrün, so dass der durchgelassene Bezirk sich auf 486—460 $\mu\mu$ einengen lässt. Das Gentianaviolett giebt am Blaugrün eine sehr unscharfe Grenze. Mit dieser Mischung schneidet man daher besser den Bezirk 460—430 $\mu\mu$ aus, der auch recht lichtstark gemacht werden kann, wenn auch nicht so hell, wie bei der Kombination mit dem Permanganat.

Blau und Violett. Cuprammoniumsulfat lässt bekanntlich Blau und Violett durch. Den Bezirk 470 bis etwa 410 $\mu\mu$ kann man damit leicht ausschneiden. Hinzufügung eines zweiten Troges mit dünner Lösung von Kaliumpermanganat giebt ein reines Violett.

In vorstehender Tafel habe ich die optische Wirkung der hier erwähnten Strahlenfilter angedeutet. In dem Schema des Sonnenspektrums sind die Hauptlinien eingezeichnet, der von jedem einzelnen Strahlenfilter durchgelassene Spektralbezirk ist schraffiert und zwar um so dunkler, je weniger die betreffende Lichtart absorbiert wird, je heller sie also erscheint.

Durch veränderte Mischungsverhältnisse lassen sich die Grenzen der durchgelassenen Bezirke natürlich auch noch anders legen, als in diesen Schemata angegeben ist. [90]

Freiburg i. Br., den 4. Juni 1898.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1898

Band/Volume: [18](#)

Autor(en)/Author(s): Nagel Willibald A.

Artikel/Article: [Ueber fluÛssige Strahlenfilter. 649-655](#)