

- Fig. 5. Vierkerniger Embryosack.
 Fig. 6. Zwei Querschnitte aus derselben Serie durch einen Embryosack mit vier in Teilung begriffenen Kernen: (a) das mikropylare Ende des Embryosacks mit einer Teilungsfigur, (b) das antipodiale — mit drei Teilungsfiguren.
 Fig. 7. Drei Querschnitte aus derselben Serie durch einen sechzehnkernigen Embryosack. Im Schnitte durch das mikropylare Ende des Embryosacks — vier neu gebildete Kerne (a); in zwei unteren Schnitten (b, c) durch das antipodiale Ende — zwölf junge Kerne.
 Fig. 8 (a, b). Reifer Embryosack. E — Eizelle, s — Synergiden, m — mittlere Kerne, A — Antipoden.
 Fig. 9. Reifer Embryosack; auf demselben Schnitte sind die Eizelle, 4 mittlere Kerne, 4 Antipoden und 2 degenerierende Synergiden (s) sichtbar.
 Fig. 10. Embryosack vor der Endosperm bildung.
 Fig. 11. Embryosack mit den ersten zwei Endospermkernen (e), mit der Eizelle (E), mit den degenerierenden Antipoden (A) und den degenerierenden Synergiden (s)
 Fig. 12. Zweizelliger Embryo (E) mit dem Endosperm und mit den noch sichtbaren Synergiden (S).
 Fig. 13. Mehrzelliger Embryo.
 Fig. 14. Pollenkorn; (g) — generativer, (v) — vegetativer Kern.

66. Ernst Pringsheim jun.: Über die Herstellung von Gelbfiltern und ihre Verwendung zu Versuchen mit lichtreizbaren Organismen.

(Mit 4 Textfiguren.)

(Eingegangen am 5. Oktober 1908.)

I. Zweck.

Da Pflanzen und niedere Tiere nach unseren heutigen Kenntnissen fast allgemein nur die stärker brechbare Hälfte des sichtbaren Spektrums empfinden, ist es möglich, durch Verwendung von geeigneten Farbfiltern nicht nur die zur Assimilation dienenden rotgelben Strahlen von den heliotropisch wirksamen zu trennen, wie das seit J. SACHS¹⁾ in der Pflanzenphysiologie üblich ist, sondern auch solche Organismen, ohne sie mit Licht zu reizen, für unser Auge sichtbar zu machen. Werden nämlich die kurzwelligen Strahlen, etwa vom mittleren Grün ab, zurückgehalten, so befinden

1) Vgl. Botanische Zeitung 1864 S. 358.

sich diese Tiere und Pflanzen reiz-physiologisch im Dunkeln, ohne für unser Auge verdeckt zu sein, da für dieses das Helligkeitsmaximum im Gelb liegt.

Um die kurzwellige Hälfte des Spektrums zu absorbieren, benutzte man bisher gewöhnlich das stark verdunkelnde rote Kupferoxydulglas, sowie gelbe Glasscheiben, die noch physiologisch wirksames Licht durchlassen¹⁾, oder besser gesättigte Lösungen von saurem chromsaurem Kali (SACHS a. a. O.). Auch letzteres hat nun im Gebrauch einige Nachteile. Es kristallisiert leicht aus, wenn nur wenig Wasser verdunstet; will man ein verzerrungsfreies, gut durchsichtiges Lichtfilter haben, so braucht man teure planparallele Glaskuvetten, mit denen es sich schlecht hantiert. Dazu bedarf es einer ziemlichen Masse des Salzes um größere Mengen Lösung herzustellen. Auch ist es stark giftig, was ebenfalls unter Umständen in Betracht kommt.

Der Wunsch nach besser handlichen Farbfiltern war es hauptsächlich, der mich veranlaßte, einige Farbstoffe spektroskopisch und physiologisch zu prüfen.

Während es mir bisher leider nicht gelungen ist, für die ergänzende Hälfte des sichtbaren Spektrums absorbierende, ebenfalls von J. SACHS eingeführte schwefelsaure Kupferoxydammoniak einen Ersatz zu finden²⁾, hat das zur Säuretitration³⁾ benutzte Methylorange (dimethylamido-azobenzosulfosaures Natrium), ein dem Kaliumbichromat sehr ähnliches Absorptionsspektrum. Daher kann es das letztere auch wirklich im physiologischen Versuch völlig ersetzen, falls es nicht gar zu dünn angewendet wird. Erprobt man unter spektroskopischer Prüfung die hellste, bei der gewählten Schichtdicke gerade noch bis zum Grün absorbierende Lösung, so erscheint das durchfallende Licht fürs Auge noch sehr hell, ohne z. B. Euglenen oder heliotropische Keimlinge zur Reaktion zu veranlassen. Dazu gehört verhältnismäßig wenig Substanz. Noch bequemer aber sind für die meisten Zwecke gelbgefärbte Gelatineplatten, und da die mannigfaltigen Möglichkeiten zur Verwendung solcher Gelbfilter, soviel ich aus der Literatur ersehen kann, nicht genug gewürdigt zu werden scheinen, so will ich im folgenden über die von mir benutzte Methode zu ihrer Herstellung und einige Anwendungen berichten.

1) Vgl. EDER, Handbuch der Photographie, Bd. 1, 1891 S. 270.

2) Einen solchen stellt z. B. nicht dar das von WOLFGANG OSTWALD (Biochem. Zeitschr. 1908, S. 33) angewandte Methylviolett, da es viel Rot durchläßt. — Nach neueren Versuchen, die fortgesetzt werden sollen, scheint Berliner Blau verwendbar zu sein.

3) Die freie Säure ist kräftig rot

II. Herstellung.

Man reinigt möglichst weiße Glasplatten, z. B. von alten photographischen Platten, mit einer Lösung von Kaliumbichromat in konz. Schwefelsäure, spült sie unter der Wasserleitung und läßt sie mit der zu beschickenden Fläche nach unten schräg auf Fließpapier gestellt trocknen. Jedes Stäubchen ist auf der späteren Schichtseite zu vermeiden, auch bedingt die gründliche Reinigung, besonders von Fett, das Haften der Gelatineschicht.

Nun löst man in einer beinahe gesättigten, tiefrotbraunen, filtrierten Lösung des Farbstoffes in destilliertem Wasser etwa 20 pCt. Gelatine und filtriert die dicke Flüssigkeit im Dampftopf oder Heißwassertrichter. Dazu kommt auf 100 ccm ein Tropfen Glyzerin, um eine zu große Sprödigkeit der getrockneten Schicht zu vermeiden, die sonst, besonders bei größerer Dicke, leicht abspringt, und außerdem etwa $\frac{1}{10}$ g Borsäure, um das Wachsen von Schimmelpilzen zu verhindern, da Methylorange kaum giftig ist. Borsäure ist zu schwach sauer, um Rotfärbung zu bewirken; zu viel darf es aber nicht sein, weil sie sonst beim Trocknen auskristallisiert. Andere Antiseptika, wie ZnSO_4 und HgCl_2 bewirken schon in geringer Konzentration Trübung der Schicht.

Die gereinigten Platten werden auf eine größere, mit der Wasserwage horizontal gestellte Glasplatte gelegt, und in einiger Entfernung darüber, zur Abhaltung von Staub während des Erstarrens, eine große Glasplatte angebracht. Die Gelatinelösung wird auf die Mitte der Platten gegossen und durch Neigen oder Nachhelfen mit einem Glasstabe für Bedeckung der Fläche gesorgt, was sich unschwer bewirken läßt. Die Lösung muß heiß sein, damit sie nicht vor der gleichmäßigen Ausbreitung auf der nun horizontal gelegten Platte erstarrt. Sollte das nicht ganz gelungen sein, so läßt sich durch vorsichtiges Anwärmen auf einer heißen Asbestplatte der Fehler meist wieder gutmachen.

Ist die Gelatine erstarrt, so werden die Platten wieder schräg mit der Schichtseite nach unten an einem möglichst staubfreien Orte getrocknet und sind mit seltenen Ausnahmen so klar und gleichmäßig, daß sie, z. B. in die Mitte zwischen eine Zeitung und das Auge gehalten, das Lesen nicht erschweren. Zweckmäßig werden immer zwei solche Platten mit dünner Schicht aufeinander gelegt und mit schwarzem Rand zusammengeklebt oder auch mit Kanadabalsam auf der ganzen Fläche verkittet, so daß das Glas auf beiden Seiten als Schutz dient. Dünne Schichten sind nämlich wesentlich leichter herzustellen. Die Absorptionsstärke ist abhängig

von der Konzentration der Farbstofflösung, dem Prozentgehalt an Gelatine und der teilweise davon abhängenden Stärke des Aufgusses. Letztere beiden Faktoren dürfen nicht zu hoch genommen werden.

III. Anwendung.

A. Versuche mit heliotropischen Pflanzen.

Zu den Fällen, wo früher Kaliumbichromatkuvetten usw. verwendet wurden, sind nun einige neue Möglichkeiten hinzugekommen.

1. Werden zwei der beschriebenen Plattenpaare einander gegenüber als Fenster in eine heliotropische Kammer gesetzt, die in einer der anderen Vertikalwände einen Schlitz zur Einlassung wirksamen Lichtes hat, so kann die heliotropische Krümmung ohne

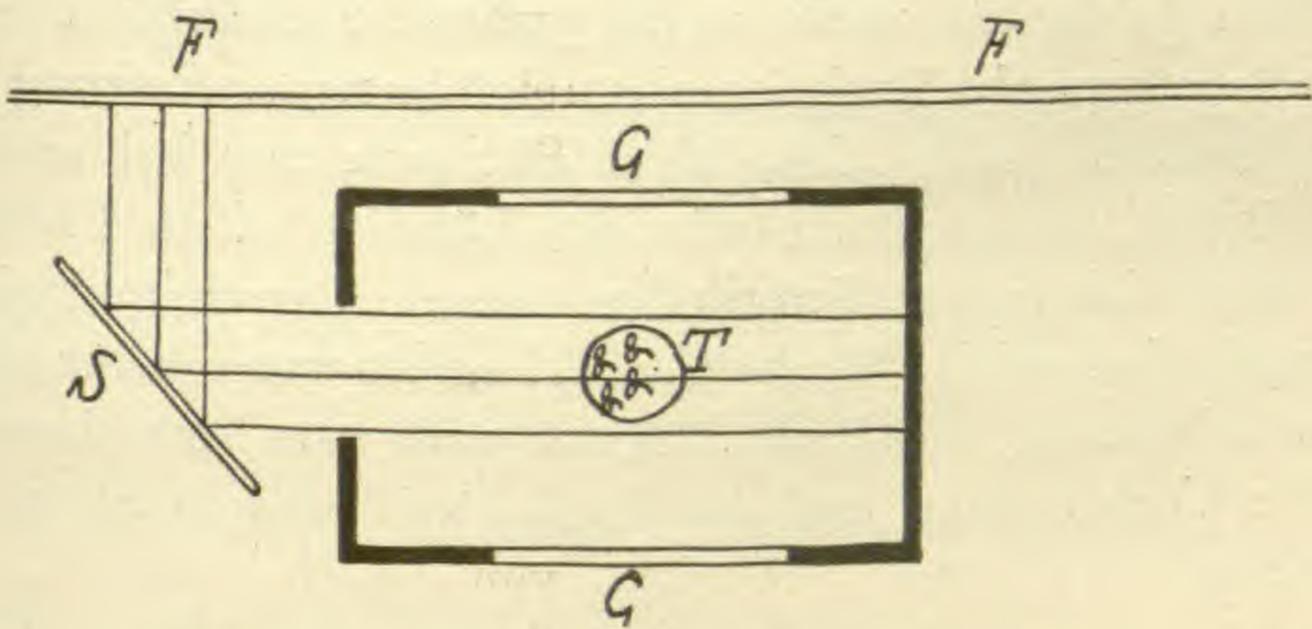


Fig. 1. GG = Gelbfilter, T = Topf mit heliotropischen Pflanzen, S = Spiegel, FF = Fenster.

störendes Seitenlicht fortlaufend beobachtet und demonstriert werden. Zu letzterem Zweck stellt man den Kasten ans Fenster, mit den Gelbscheiben parallel zu diesem und bewirkt durch einen im entsprechenden Winkel gestellten Spiegel, daß Licht in den Spalt fällt.

Eine deutliche heliotropische Krümmung läßt sich z. B. bei *Avena sativa*, *Brassica Napus*, *Sinapis alba*, *Lepidium sativum* und *Vicia sativa* leicht während einer $\frac{3}{4}$ stündigen Vorlesung demonstrieren, wenn man die im Dunkeln oder am Licht unter Rotation an vertikaler Achse, resp. mit Ausschaltung von Seitenlicht in einem umgekehrten Dunkelzylinder kultivierten geraden Keimlinge eine halbe Stunde vor Beginn der Vorlesung in den Apparat bringt. Nach 45 Minuten etwa beginnt die Reaktion und ist nach 75 Minuten, am Schluß der Vorlesung, schon weit genug vorgeschritten. Obige Pflanzen brauchen 4–5 Tage, von der Quellung bis zum

Versuch. Natürlich läßt sich auch *Phycomyces* verwenden, der am besten auf kurz gebrühtem Palmkernkuchen kultiviert wird.

2. In ähnlicher Weise lassen sich nach Verschluß des Lichtschlitzes in demselben Kasten auch geotropische Versuche mit den meist lichtempfindlichen, schnellreagierenden Objekten, z. B. den oben erwähnten, anstellen und demonstrieren, ohne daß Störungen durch Heliotropismus zu befürchten wären.

3. Ferner erleichtern passend verwendete Gelbfilter sehr die Arbeit, wenn es sich darum handelt, heliotropische Versuche vorzubereiten. Wird zwischen die Lichtquelle und die zu benutzenden Pflanzen die absorbierende Platte gebracht, so kann man in Ruhe die unbrauchbaren Keimlinge entfernen und die Aufstellung zur Vermeidung von Beschattungen genau korrigieren, ehe man durch Entfernen des Gelbfilters die heliotropisch wirksame Belichtung beginnt. Bei Bestimmung der Präsentationszeit kann in dem gelben Licht die nach vorübergehender Induktion etwa erfolgende heliotropische Reaktion ohne Gefahr neuer Reizung bequem verfolgt werden. Alle diese Manipulationen nur bei schwachem diffusen Licht vorzunehmen, wie das kürzlich z. B. FRÖSCHEL¹⁾ angab, halte ich unter Umständen wegen der Schnelligkeit der Stimmungsbeeinflussung für gefährlich, selbst wenn keine einseitige tropistische Reizung stattfindet. Auch muß man sich dann in der Dauer der Vorbereitung und der Zahl der Beobachtungen zu sehr beschränken.

B. Versuche mit phototaktischen Organismen.

Besonders nützlich erweisen sich meine Gelbfilter bei der mikroskopischen Beobachtung lichtempfindlicher Kleinlebewesen. Von den vielen Möglichkeiten will ich nur einige hervorheben.

1. Führt der Mikroskopspiegel von unten gelbes Licht zu, während von der Seite oder von vorn gemischtes einfällt, so lassen sich phototaktische Bewegungen an Algenschwärmern, Euglenen, Volvoxkolonien usw. aufs eleganteste bei hellgelbem Gesichtsfeld beobachten. Die Anordnung dabei ist folgende: Vgl. Fig. 2.

Unter den Mikroskoptisch kommt eine Gelbscheibe, auf ihn eine kleine Röhre aus schwarzem Karton mit einer Lichtöffnung, auf diese ein etwas überstehender runder Deckel mit Loch für das Objektiv. Vor die Lichtöffnung wird eine Linse so angebracht, daß helles Licht unter möglichst kleinem Winkel auf das Präparat fällt,

1) „Untersuchungen über die heliotrop. Präsentationszeit.“ Sitzungsber. d. Wiener Akad. Math.-naturw. Klasse 1908 Bd. CXVII.

das sich auf dem Mikroskoptisch unter dem Dunkelzylinder befindet. Bei Tageslicht oder einer Auerlampe lassen sich so die Bewegungen bei der Ansammlung an der Licht- oder Schattenseite vorzüglich verfolgen, auch läßt sich durch Anwendung von zwei Lichtschlitzen auf entgegengesetzten Seiten und Spiegelung die Umkehr bewirken.

Bei *Volvox* sieht man dann sehr schön, daß die Kolonien nicht völlig kugelig gebaut sind, wie das aus manchen Abbildungen irreleitend hervorzugehen scheint, sondern ganz schwach eiförmig, und daß das von Parthenogonidien freie, „spitze“ Ende bei der Bewegung vorangeht. Bei diesen Beobachtungen gibt übrigens das binokulare Mikroskop besonders schöne Bilder.

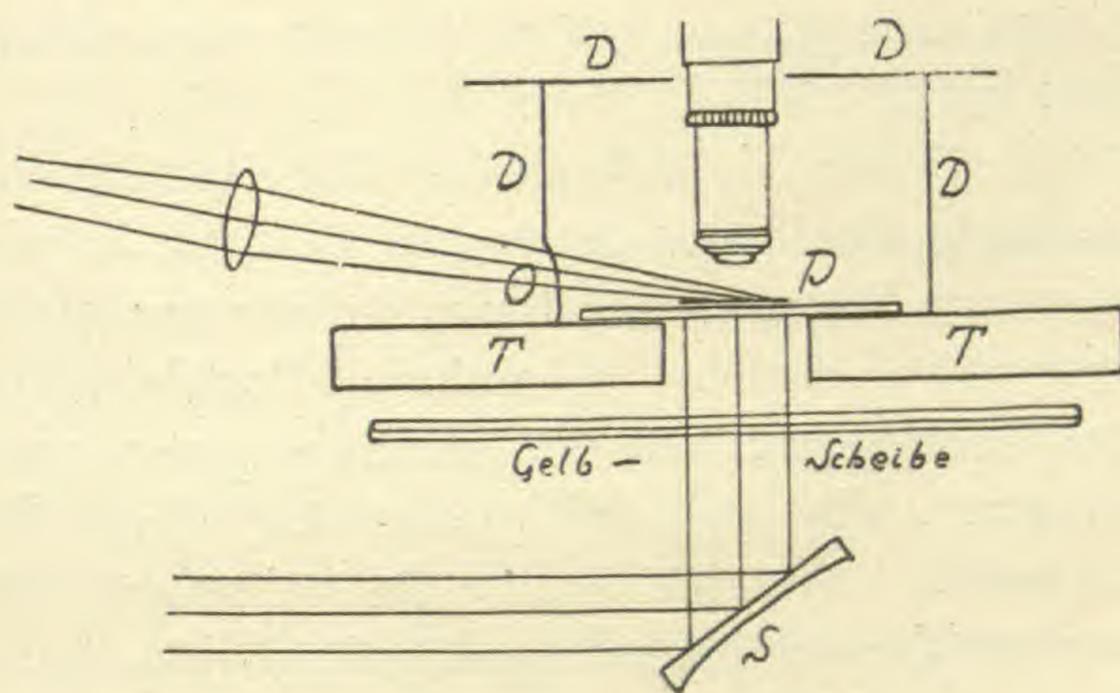


Fig. 2. DD = schwarzer Kartonzylinder mit Deckel, O = Lichtöffnung darin, T = Tisch, S = Spiegel des Mikroskops, P = Präparat.

Ferner konnte ich mit der beschriebenen Versuchsanordnung schön demonstrieren, daß Euglenen phototaktische Richtungsbewegungen ausführen, also auch topotaktisch reagieren, nicht nur Schreckbewegungen ausführen, wie es seit ENGELMANNs¹⁾ Untersuchungen allgemein bekannt ist²⁾.

2. Aber gerade die Reaktionen auf Lichtschwankungen lassen

1) PFLÜGERS Archiv Bd. 29, 1882.

2) Über totopoptotaktische Reaktion bei Euglenen berichten STAHL (Botan. Ztg. 1880, S. 30) und MOLISCH (Purpurbakterien Jena 1907, S. 36). Gegen chemische Reizmittel reagieren sie ebenfalls sowohl photo- wie topotaktisch. Bei *Volvox* konnte ich keine Zeichen typischer Schreckbewegung bei plötzlichem Lichtwechsel bemerken, sondern nur ein tangentiales Abirren nach der Berührung eines sehr hellen Lichtfleckes. Das genügt aber wohl zum Verständnis ihres Verhaltens am Rande eines Schattens. Vgl. die einleuchtende diesbezügliche Bemerkung bei JOST, „Vorles. über Pflanzenphysiologie“, 1. Aufl. 1904, S. 678.

sich nach meiner Methode besonders gut zeigen. Wird ein Euglenenpräparat mit hellem, weißem Licht von unten beleuchtet, oben aber mit einem geschlossenen Kartonzylinder verdunkelt, so schwimmen die Individuen in annähernd geraden Bahnen durcheinander. Wird nun unter ständiger Beobachtung plötzlich eine Gelbscheibe zwischen Spiegel und Tischöffnung geschaltet, so stutzen die Euglenen nach kurzer Induktionszeit plötzlich und drehen sich am Fleck 4—6 mal und öfter um sich selbst, wobei sie oft im Bogen zusammengekrümmt erscheinen. Selbst bei 500 facher Vergrößerung sind im gelben Licht noch alle Einzelheiten zu sehen, während bei Einschaltung eines dunklen Körpers nach der alten Methode eine Beobachtung fast unmöglich wird. Nach einiger Zeit werden auch bei gelber Beleuchtung die Bewegungen wieder normal, was sofort eintritt, wenn die Gelbscheibe wieder entfernt wird.

Ich sehe in diesem Verhalten eine Widerlegung der FRANCÉschen Auffassung¹⁾, die in den Bewegungen beim Wiedergewinnen einer hellen Zone im Präparat den Beweis einer psychisch bewußten Sinnestätigkeit sieht. Solche scheinbare Suchbewegungen sind vielmehr zusammengesetzt aus Schreckbewegung und topischer Richtungsbewegung, die sich bei geeigneter Versuchsanordnung leicht trennen lassen. FRANCÉ konnte das bei seinen, nur den einen ENGELMANNschen Versuch nachahmenden Experimenten nicht so gut auseinanderhalten, und er beobachtete offenbar nicht, daß auch plötzlich ins Finstere versetzte Euglenen Drehbewegungen ausführen; nach dem starken Sprung von sehr hell zu fast völlig dunkel aber mit solcher Intensität und maschinenmäßiger Exaktheit, daß von einem Suchen nach dem Hellen, wie es etwa auch in völliger Finsternis stattfinden könnte, keine Rede sein kann.

3. ENGELMANN²⁾ hat bekanntlich das beschriebene Verhalten der Euglenen und anderer Organismen, auf plötzlicher Verdunkelung mit Aufhören der geradlinigen Fortbewegung und Drehung, also mit „Schreckbewegung“ zu reagieren, zur Darstellung der sogenannten Lichtfalle benutzt. Das ist ein kleiner heller Fleck im dunklen Gesichtsfeld, aus dem die genannten Organismen, einmal hineingelangt, nicht mehr herauskönnen und sich so in Masse ansammeln. Auch hier gelang es mir, eine kleine Verbesserung anzubringen, die es erlaubt, einen weißen Fleck im gelben, anstatt im dunklen Gesichtsfeld herzustellen und so die Organismen auch

1) „Die Lichtsinnesorgane der Algen“ Stuttgart 1908.

2) PFLÜGERS Archiv f. d. gesamte Physiol. 1882. Bd. 29.

außerhalb der Lichtfalle zu verfolgen. Man projiziert zu diesem Zwecke, ENGELMANN¹⁾ folgend, mit Hilfe des Beleuchtungsapparates (oder besser eines ähnlich wirkenden, nur farbenkorrigierten mikroskopischen Objektives) eine einfache kleine Gelatinegelbscheibe, in der sich ein farbloser Kreis von etwa 5 mm Durchmesser befindet, in die Ebene des Präparates. Fig. 3 u. 4. Die Einstellung des Bildes der Gelbscheibe mit ihrem weißen Fleck geschieht durch Heben und Senken des Beleuchtungsapparates, bis

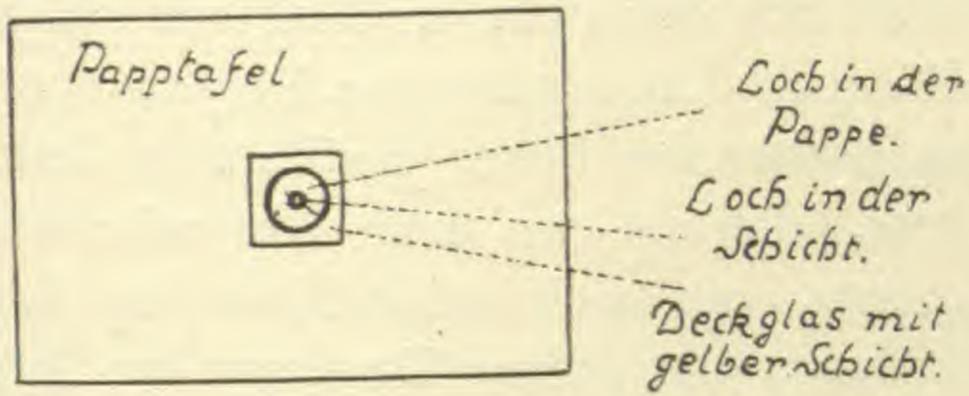


Fig. 3.

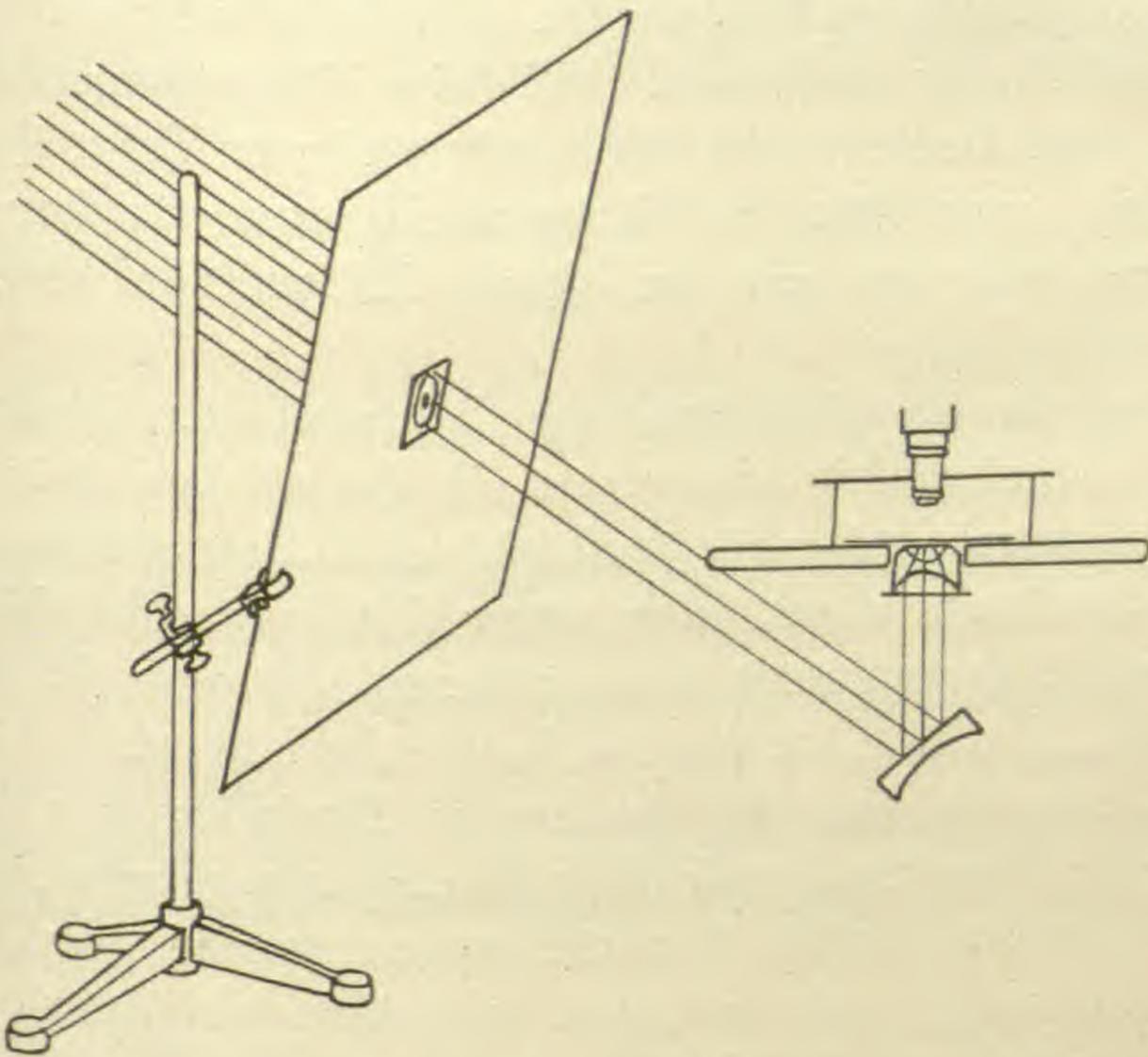


Fig. 4.

die Ränder des Loches gleichzeitig mit den zu beobachtenden Organismen scharf erscheinen.

Für diesen Zweck benutze ich große, starke Deckgläser als Träger der Gelatineschicht. Ein scharf begrenztes Loch entsteht durch Aufbringen eines Tropfens Salzsäure und Entfernen der nach einiger Zeit erweichten Gelatine mit einem feuchten Haarpinsel. Mit sehr wenig

1) Vgl. PFLÜGERS Archiv für die gesamte Physiologie. Bd. 26, S. 538.

Ammoniak können die durch die Säure rot gefärbten Ränder wieder gelb gemacht werden. Das Deckglas befestige ich mit Klebstreifen vor ein Loch in einer größeren Papptafel so, daß es über dessen Ränder greift und das kleinere Loch in der gelben Schicht sich in dessen Mitte befindet. Fig. 3. Die das weiße Licht abhaltende Pappe wird an einem Stativ schräg befestigt, so daß sie senkrecht zum Gang der Lichtstrahlen steht, und ihr Loch wird mit Tageslicht oder Auerlampe und Schusterkugel hell beleuchtet. Bei einer gewissen Stellung des Planspiegels und des ABBESchen Beleuchtungsapparates erscheint dann der weiße Fleck im gelben Gesichtsfeld, an dessen Rand die hineingelangten Euglenen zurückschrecken. Bei schwächerem Licht oder höher gestimmten Individuen kommt es auch häufig vor, daß sie erst nach Überschreitung der Grenze im Bogen umkehren, um sich schließlich im Lichtkreis anzusammeln. Wird durch eine kleine Drehung des Mikroskopspiegels der weiße Fleck verschoben, so zerstreuen sich die, nunmehr im gelben Feld befindlichen Organismen sehr bald, um sich neuerdings in der Lichtfalle anzusammeln. Alle diese Bewegungen lassen sich über das ganze Gesichtsfeld, auch mit stärkster Vergrößerung verfolgen, und man hat so Gelegenheit zum Studium feinerer Einzelheiten, wie sie mit den älteren Hilfsmitteln nicht zu gewinnen war¹⁾.

4. Die für die Untersuchung lichtreizbarer Organismen in bezug auf ihr Verhalten anderen, z. B. chemischen Reizen gegenüber, unter Ausschaltung der phototaktischen Bewegungen, benutzte Versuchsanstellung ähnelt der unter I A 3 für die Vorbereitung heliotropischer Experimente beschriebenen, da es in beiden Fällen auf völligen Abschluß wirksamen Lichtes ankommt.

Man arbeitet also am besten im Dunkelzimmer bei gelber Beleuchtung. Hier leistete mir die von mir²⁾ angegebene Laterne gute Dienste. Vor ihre beiden Lichtöffnungen kamen zwei Kuvetten mit gelber Lösung, und es ließen sich dann gleichzeitig 6 Mikroskope mit unwirksamem Licht versehen, was bei länger andauernden Einzelversuchen sehr bequem ist. Leider sind meine Versuche mit Euglenen und anderen Flagellaten, die in einem Bottich mit faulenden *Acorusrhizomen* auftraten, infolge plötzlichen Ausgehens des Materials nicht zu einem Abschluß gebracht worden. Meine *Euglena gracilis* verhielt sich jedenfalls in manchen Punkten anders

1) Neuerdings gelang mir auf dieselbe Weise auch die von SENN (Gestalts- und Lageveränderungen der Pflanzenchromatophoren, Leipzig 1908, S. 37) beschriebene Ansammlung der *Vaucheria-Chloroplasten* im Lichtfleck.

2) COHNS Beiträge zur Biologie 1907, S. 269.

als die von FRANK¹⁾ benutzte, die aus ZUMSTEINS²⁾ Reinkultur stammte. Eine solche herzustellen, ist mir nach der angegebenen, mannigfach variierten Methode trotz aller Mühe nicht gelungen³⁾.

In ähnlicher Weise, wie ich das für einige Fälle geschildert habe, können die beschriebenen Farbstofflösungen und Filterplatten sicher noch den verschiedensten physiologischen Zwecken dienen. Immer, wo es darauf ankommt, Organismen zu verdunkeln ohne sie unsichtbar zu machen, ist die Methode von Wert.

Breslau, Pflanzenphysiologisches Institut, September 1908.

67. S. Kostytschew: Über den Zusammenhang der Sauerstoffatmung der Samenpflanzen mit der Alkoholgärung.



(Vorläufige Mitteilung)



(Eingegangen am 5. Oktober 1908.)

Bis auf die letzte Zeit hin wurde das Studium der Pflanzenatmung nur der Einwirkung verschiedener Faktoren auf den Gaswechsel gewidmet; das Wesen der bei dem komplizierten Prozesse der vitalen Oxydation stattfindenden Stoffumwandlungen bleibt aber bis jetzt noch vollkommen unaufgeklärt, zumal da die Oxydasen, den neueren Untersuchungen nach, nicht imstande sind eine direkte Verbrennung der Kohlenhydrate zu bewirken⁴⁾; es muß also vorausgesetzt werden, daß die Moleküle der zu verbrennenden Stoffe zunächst durch vorbereitende Prozesse gelockert bzw. ge-

1) Botan. Zeitg. 1904 „Kultur und chemische Reizerscheinungen der *Chlamydomonas tingens*.“

2) Jahrb. f. wissensch. Bot. 1899. „Zur Morphologie und Physiologie der *Euglena gracilis*.“

3) Gegen Säuren verhielt sich z. B. mein Material, das im Gegensatz zu FRANKS aus neutraler Lösung stammte, immer negativ, dagegen reagierte es auf Glukose, NH_4NO_3 und KNO_3 positiv, wo FRANK keine Reaktion bemerkte. Auffallend war auch die stark positive Reaktion gegen Siegellack, sowie gegen eine Abkochung von solchem, die sich in einer Kapillare befand. Schellack wirkte nicht. Die chemotaktische Reizbarkeit ist viel ausgedehnter als bei den meist studierten Bakterien und Samenfäden.

4) BERTRAND, Comptes rendus 122, S. 1132, 1896; PORTIER, Les oxydases dans la série animale, Paris 1897.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: [26a](#)

Autor(en)/Author(s): Pringsheim Ernst Georg

Artikel/Article: [Über die Herstellung von Gelbfiltern und ihre Verwendung zu Versuchen mit lichtreizbaren Organismen. 556-565](#)