V. *Vermischte Mittheilungen;*
von R. Th. Simmler.

I. Versuch einer Erklärung der eigenthümlichen
 Beleuchtung bei Sonnenfinsternissen.

Am 17. Juli 1860 Mittags machte ich mich von Glarus aus auf den Weg nach Klönthal, um am 18. das vielbesprochene Ereigniß der Sonnenfinsternis auf dem höchsten Gipfel des Hinterglärnisch (Ruchen, 9713 Schw. Fufs), wo möglich zu beobachten.

Ich wählte diese hohe Station am östlichen Endpunkte eines fast eine Stunde langen und $\frac{1}{4}$ St. breiten nach Westen sich erstreckenden blendend weissen Gletschers, weil sie mir zur Beobachtung der Helligkeits- und Farbenänderung, sowie des Wechsels der Temperatur nicht ungeeignet erschien

Nachdem ich den mir empfohlenen Führer, Christian Vordermann aus Glarus, in den Schlattbergen aufgefunden, traten wir die Reise nach dem Roßmattthale und der Alp Zeinen unverweilt an.

Die Hitze längs den Kalkwänden des Wiggis war erstickend: 22,8° C. im Schatten, 30° C. in freier Luft im Sonnenschein, und 37,5° in dem kurzen Grase der Schlattalp. Schon um 4 Uhr folgte ein leichter Gewitterregen, auf Roßmattalp aber geriethen wir in ein heftiges Gewitter, das uns bis auf die Haut durchnäßte und den ganzen Abend anhielt, so das wir erst 8 Uhr 10 M. in der Sennhütte auf Zeinen anlangten. Hier war die Lufttemperatur um halb 10 Uhr Abends immer noch 13 $\frac{3}{4}$ ° C., obschon 5153 Fufs über Meer.

Uebernacht fiel noch starker Regen und liefs keinen günstigen Tag erwarten. Dessenungeachtet hellte sich Morgens 4 Uhr der nördliche Himmel auf, und wir verliesen am 18. früh 5 Uhr die Hütte, um uns über Bächialp nach dem

Glärnischgletscher zu begeben. Temperatur der Luft $12,5^{\circ}$ C., Zeinenbach $4,5^{\circ}$ C.

Man sagt, das häufige Erscheinen der »*Salamandra atra*« am frühen Morgen auf den Alpen prophezeie Gewitterregen für den Abend; diese Sage hat sich nur zu sehr erwahrt. Um Mittag tobte im Thale ein furchtbares Gewitter, das alle Rüfen löste und dessen Vorposten schon um 2 Uhr 20 Min. auf der Höhe des Feuerberges erschienen. Abends 5 Uhr wurden wir dann auch auf Rofsmatt gründlich gewaschen. Ich erwähne dieses interessanten Umstandes, da Hr. Prof. Heer vor 28 Jahren auf derselben Tour ganz die gleiche Erfahrung machte ¹⁾.

Da mit steigendem Tage das Wetter immer mehr sich aufhellte, so liefs ich mich durch die gedachten Propheten nicht warnen; wir schritten vorwärts und erreichten die Lucke zwischen dem *Feuerberg* und den *Alterssätzen* um 9 Uhr 30 Min. Hier sieht man zum ersten Mal in's Klönthal hinunter. In einer Viertelstunde ist man bei der »letzten Weid,« steigt dann hinab auf das schöne Eismeer und nunmehr fast in gerader Richtung der Spitze zu. 11 Uhr 40 Min. stand ich auf dem höchsten Gipfel neben dem Steinmannli und zwar im herrlichsten Sonnenschein. In der That ein seltener und erhabener Standpunkt. Ueber sich den klar blauen Himmel; zu Füßen nordwärts, in scheinbar endloser Tiefe, sein treues Spiegelbild im stillen grün umsäumten Klönthaler See; südwärts unter sich aber den blendenden Ersstrom mit der Todtenstille der Hochregionen. Hier wollte ich den Beginn der Finsterniß, der 2 Uhr 20 Min. ca. eintreten mußte, abwarten. Allein die schweren Wolkenmassen, welche den Tödi und Kärpf umlagerten und sich bald darauf in's Thal senkten und daselbst in einem furchtbaren Gewitter sich entluden, überzeugten uns schon um 1 Uhr, dafs unseres Bleibens auf dieser Höhe nicht seyn könne. Im Uebrigen war es uns sehr behaglich, denn die Temperatur der Luft betrug 22° C. im Schatten und $25\frac{1}{4}^{\circ}$ C. auf dem nackten Kalkstein (Seewerkalk) an

1) Vergleiche Gemälde des Kt. Glarus. 1846. S. 180 u. 613.

der Sonne. Bei der Verification der Nullpunkte der Thermometer, die ich hier bei guter Gelegenheit vornahm, stand das erste auf $+0,5$ das zweite auf $+0,75^{\circ}$, welche Correction bei den obigen Temperaturangaben schon angebracht ist.

Um 1 Uhr traten wir den Rückweg an. Kaum hatten wir die Alterssätze hinter uns, 2 Uhr 20 Min., als uns schon grofse ergiebige Regentropfen überraschten; die Sonne war verdeckt und die Beobachtung der Immersion des Mondes in die Sonnenscheibe unmöglich. Doch zerrissen die Wolken dann und wann und durch das blaue Fenster strahlte die schon merklich abgeschwächte Sonne herein.

Es war 2 Uhr 50 Min., als ich zuerst durch das Fernrohr mit Blendgläsern die Bedeckung beobachten konnte, sie war bereits schon 3 bis 4 zöllig. Wir befanden uns bei den »weissen Steinen,« einigen isolirten überhängenden Felsen, unterhalb der Gletschermoräne, woselbst wir Proviant zurückgelassen hatten und nun Schutz gegen den Regen suchten. Die Thermometer zeigten hier, dem Sonnenschein ausgesetzt, 18° C., also 4° niedriger als auf dem Gipfel des Glärnisch, der um etwa 3500 Fufs höher liegt. Wegen der früher schon eingetretenen Bedeckung durch die Wolken und des fallenden Regens erlauben indess diese Daten keinen maafsgebenden Schlufs. Die Beleuchtung war etwas trübe, und zeigte einstweilen nichts Auffallendes. Da sich der Himmel nicht klären wollte, so brachen wir 3 Uhr 10 Min. nach der Alp Werben auf. Die Thermometer waren innerhalb dieser 20 Minuten noch um 1° R. gefallen, zeigten also $16\frac{3}{4}^{\circ}$ C.

Unser Weg führte über sehr steile Wiesenhaldeu längs der imposanten Cascaden des Firnbaches. Auf einmal zerrifs der Wolkenschleier auf's Neue und jetzt war ich überrascht durch die magische Beleuchtung, die über die Alp ausgegossen war und das ganze Rofsmattthal erfüllte. Die Vegetation hatte nicht mehr das frische Grün an sich, es war vielmehr eine eigenthümliche braungelbe Farbennüance,

welche die Matten wie mit einem Schleier überzog. In diesem Momente sah ich nochmals mit dem abgeblendeten Fernrohr nach der Sonne; sie erschien nun mehr als eine schmale Sichel, die Hörner nach Nord-Westen gekehrt. Die Verfinsterung mochte für meinen Standpunkt im Maximum stehen, d. h. etwa 9,5 Zoll betragen. Meine Uhr zeigte 3 Uhr 21 Min.

Alle Schriftsteller, welche die Erscheinungen bei einer totalen oder mehr als $\frac{3}{4}$ partialen Sonnenfinsternis beschrieben, stimmen darin überein, daß die Beleuchtung einen überraschenden, fremdartigen, wahrhaft magischen (fast alle bedienen sich dieses Ausdruckes) Effect mache. Herr College Theobald, der die totale Sonnenfinsternis von 1842 zu Montpellier beobachtet hatte, erklärte in einer Sitzung der naturforschenden Gesellschaft den Farbenton ebenfalls als einen braungelben.

In dem Referat über die Resultate der Beobachtung der letzten totalen Sonnenfinsternis in Spanien von Dr. A. Drechsler, (Illustr. Zeitg. v. 8. Sept. 1860) liest man in Bezug auf die Beleuchtung Folgendes:

»Bald nachdem die Mondscheibe einen Theil der Sonnenscheibe bedeckte, veränderte sich die Farbe der Erderhellung. Es erhielt das Tageslicht erst einen »röthlichen,« dann einen blafsgelben Schimmer. Die Gränzen des Horizontes wurden schon vorher wie durch Staubwolken gesehen, der Himmel erschien über dem Horizont bleifarben, in größerer Höhe schwarzblau. Als die totale Finsternis vollständig eingetreten war, erleuchtete ein ungewohntes Licht mit sehr schwachem Scheine die aller directen Sonnenstrahlen beraubte Gegend; man wufste nicht woher es kam und nirgends gewahrte man, daß es auch nur den allergeringsten Schatten warf. Blickte man aus dem magischen Dunkel in die weite Ferne, wo die directen Sonnenstrahlen die Landschaft erhellten, so erschien dieselbe wie von elektrischem Lichte erleuchtet. So vergingen in einer Beleuchtung, die zwischen Dämmerung und Nacht lag und in ihrem »röthlichen« Schimmer einen jedem Beobachter

fremden Charakter offenbarte, mehr als drei volle Minuten.“

Hier entsteht nun die interessante Frage:

Woher dieses Fremdartige der Beleuchtung, woher diese braungelben oder röthlichen Farbentöne?

Ich kann nicht umbin, hier eine Idee zu äufsern, zu der ich vor Kurzem während einiger optisch-chemischen Untersuchungen gekommen bin. Wäre es nicht möglich, dafs diese zauberhafte Beleuchtung nichts anderes als ein *Fluorescenzphänomen* im Grofsen wäre, dafs eben deswegen so fremdartig erscheint, weil wir es so selten zu sehen gewohnt sind?

Bekanntlich hat Brewster schon vor einer Reihe von Jahren entdeckt, dafs eine Chlorophylllösung und grüne Pflanzentheile überhaupt mit prächtig blutrother Farbe fluoresciren; letztere erscheinen indefs durch ein blaues Kobaltglas betrachtet, mehr dunkel-braunroth, ebenso hat die Chlorophylllösung je nach der Verdünnung mehr oder weniger einen Stich in's Gelbe.

Wenn also die grünen Pflanzentheile durch diese Fluorescenz sehr wohl die rothen, braunen und gelblichen Beleuchtungstöne bei Sonnenfinsternissen erklären, so wird man sich doch noch fragen müssen: Woher kommt bei einer totalen Sonnenfinsternis das zur Fluorescenz jedenfalls nothwendige bestrahlende Licht?

Diese Frage setzt uns keineswegs in Verlegenheit. Es ist ja gerade eine Eigenthümlichkeit fluorescirender Körper, das Auge nicht mehr afficirende Strahlen von hoher Brechbarkeit sichtbar zu machen. Diese selben Strahlen sind es aber auch, denen eine ganz besondere photo-chemische Wirkung zukommt, so dafs sie auf iodirte Collodiumplatten noch empfindlich einwirken, während das blofse Auge sich in völliger Finsternis zu befinden glaubt. Es mufs für den Laien sonderbar klingen, wenn er hört, dafs die letzte totale Sonnenfinsternis in Spanien photographisch fixirt worden sey. Dennoch ist dem so und hat nach dem oben Bemerkten nichts Auffallendes an sich. Wie man liest,

haben Secchi und Foucault vollkommen gelungene Photographien der Corona sammt den Protuberanzen erhalten, ohne mehr denn 30 Sekunden Expositionszeit zu bedürfen. Das Licht der Protuberanzen soll sogar momentan gewirkt haben.

Somit ist der Beweis geleistet, daß es selbst bei einer totalen Sonnenfinsterniß, an Strahlen, geeignet die Erscheinung der Fluorescenz zu erzeugen, nicht mangelt und wir können die Frage nach dem Ursprung und Wesen der Corona ganz unberücksichtigt lassen.

Nun kann man sich auf experimentellem Wege überzeugen, daß, je mehr man die fremden Strahlen, die zur Fluorescenz nichts beitragen, eliminirt, die Erscheinung um so reiner und brillanter hervortritt. An einer Chlorophylllösung bemerkt man die rothe Fluorescenz im vollen Sonnenlichte kaum; sehr schön dagegen, wenn wir ein Strahlenbündel mittelst einer Linse auf einen schmalen Lichtkegel zusammendrängen, den wir in die Flüssigkeit hinein dirigiren — oder indem wir selbige mit einem blauen Kobaltglase, welches nur chemische Strahlen (Blau, Violett und Ultraviolett, sowie etwas äußerstes Roth) durchgehen läßt, beschatten¹⁾. Daß übrigens die Vegetation jeden Sonnentag fluoresciren muß, und wir diese Fluorescenz lediglich wegen der Uebermacht der anderweitigen Strahlen nicht bemerken, läßt sich aus der Thatsache entnehmen, daß eine Chlorophylllösung oder grüne Blätter, selbst im vollen Sonnenschein, prächtig rubinroth oder braunroth erscheinen, wenn man sie durch ein blaues Kobaltglas betrachtet. Ohne dieses Glas würden die fluorescirenden, sammt den durchgelassenen und reflectirten Strahlen vereint in unser Auge gelangen und wir würden wegen des größeren Reizes, den die grünen Strahlen auf der Retina verursachen, die Lösung nur grün sehen.

Was wir nun in unsern Cabinetten mit Diaphragmen, Linsen oder Kobaltgläsern bewerkstelligen, das leistet uns

1) Auch in der Beleuchtung einer Geißler'schen Entladungsröhre habe ich sie wahrgenommen.

bei einer Sonnenfinsternis der Mond. Und indem seine Dazwischenkunft, die grellen Strahlen, die das Auge überreizen, abblendet, gelangen wir zur Erkenntnis eines neuen Lichtes, das umgewandelt, und widerstrahlt von der grünen Erde den Raum erfüllt mit jenen zauberhaften Farbentönen, mit denen die Dichter das Reich Oberon's und Titania's so gerne ausschmücken.

II. Ein Erythrophytoskop.

Durch die unter I auseinandergesetzte Idee dazu geführt, die Vegetation öfters und zu allen Tagesstunden mit blauen Kobaltgläsern zu betrachten, veranlafte mich der überraschende und wirklich brillante Anblick, eine Art Operngucker, mit je zwei bis drei blauen Gläsern für jedes Auge, zu construiren.

Die Fassung bestand aus Carton, der mit mattschwarzem Papier überzogen war. Nicht ohne wesentlichen Nutzen ist es die Ocularöffnungen elliptisch, das Auge ganz bedeckend, zu machen, etwa so wie die Mundstücke bei Spirometern, damit in das Auge durchaus kein seitliches Licht eindringe, sondern alles die Objectivgläser durchlaufen habe.

Als ich letzten Sommer meinen Freund, Prof. Wild in Bern, auf die genannte Erscheinung aufmerksam machte und wir eine Reihe anders gefärbter Gläser in Bezug auf den Aspect der Vegetation probirten, fand derselbe eine sehr glückliche Combination, bestehend aus einem 1,5^{mm} dicken, durch die ganze Masse gefärbten Kobaltglase und einem eben so dicken und durchweg gefärbten sattgelben Glase.

Durch diese beiden Gläser sah man die Vegetation schon eben so roth wie durch drei Kobaltüberfanggläser (jedes 1,5^{mm} dick) und diess hatte den Vortheil, dafs von zerstreut reflectirtem Sonnenlichte kein Violett durchgelassen wurde, welches sonst das Roth häufig trübte.

In der That zeigte mir die physikalische Spectralanalyse, dafs das gelbe Glas alles Licht vom äufsersten Roth bis gerade zur Linie *G* durchliefs; für den Fall nämlich, dafs nicht das blendende Sonnenbild im Spectrum erschien; in

diesem Falle aber sah ich die Doppellinie *H* mit bloßem Auge noch sehr scharf und selbst nahe bis zu *L*.

Das blaue Kobaltglas, welches übrigens beim Erythrophytoskop immer die wesentliche Rolle spielt, liefs einen Streifen äußerstes Roth, von etwas ultra *A* bis hart vor *B*, kein Orange und Gelb, einen schmalen Streif Gelbgrün bis dicht vor *E*, ferner alle grünen Töne zwischen *b* und *F* und endlich alle blauen und violetten etwa bis zu *L* hindurch.

Die combinirten Gläser mußten somit ein Absorptionsspectrum sehen lassen, wie Fig. 10 Taf. VII zeigt. Und in der That sah es genau so aus. Daraus erklärt sich nun, daß man, mit dem *Erythrophytoskop* in die freie Natur blickend, alle Wiesen und Wälder dunkelroth (Nüance des Türkischroth) sieht.

Dieses Roth habe ich immer am schönsten in den Morgenstunden gleich nach Aufgang der Sonne gefunden, es zeigt sich dann wie selbstleuchtend. Auch ist es immer vortheilhafter im Schatten zu stehen und nach beleuchteten Objecten zu schauen. Das directe Sonnenlicht ist indess keineswegs nothwendig um das Roth der Wiesen zu sehen. Man sieht es auch bei ziemlich bedecktem Himmel.

Wer im Frühjahr, etwa in den Monaten März, April und Mai, nach einem Kunstgarten blickt, in dem die Rabatten, die Buchsumzäunungen etc. in neues Grün sich kleiden, der wird erstaunt seyn über das herrlich leuchtende Rubinroth, das die dunkeln Erdbeete umkränzt. Auch die neuen Zweige, Blätter und Blattknospen der Gebüsche zeigen sich in diesem Roth.

Die Wälder der Nadelhölzer, mit Ausnahme der Lärchen, sind mehr dunkelroth (*rubidus*) und haben nicht das Leuchtende wie das Laub.

Alle orangenfarbigen, gelben und braunen Blüten (*Calendula*, *Erysimum Perowskianum*, *Caltha*, *Ranunculus*, *Cheiranthus Cheiri*, *Tagetes*, *Calliopsis* etc. etc.) haben eine gewisse Nüance des Blutrothen oder Scharlachrothen angenommen. Die verschiedenen gelben Wiesenranunkeln sehen

ebenso aus wie das Blutströpfchen (*Adonis aestivalis*), nur dafs auch die Antheren roth sind, während sie bei diesem bekanntlich schwarz erscheinen. Allerliebste sehen sich die Gänseblümchen (*Bellis*, auch *Bellidiastrum*, *Chrysanthemum* etc.) an. Die gelben Scheibenblümchen sind alle scharlachroth, während die weissen Randblümchen weifs, d. h. eigentlich hellblau sich darbieten. Nichts gewährt einen täuschenderen Anblick von einer blutenden Wunde, als die Betrachtung eines gebrochenen Stengels von *Chelidonium majus* und dessen orangegelben Milchsafte durch das Erythrophytoskop.

Ich habe diese Gläsercombination auf meinen Touren durch die Alpen stets bei mir geführt und in jeder Höhe dieselbe Beobachtung machen können. Das Roth der Alpweiden ist aber etwas matter als dasjenige der saftigen Wiesen der Thäler.

Ueberraschend ist es nun zu sehen, wie gleichzeitig der *Himmel* überall in einem reinem Cyanblau sich zeigt. Der Apparat eliminirt das weisse diffuse Licht unserer stets mit Nebelbläschen geschwängerten Luft und man hat das klare tiefe Blau, das an dem Himmel Süditaliens von allen Reisenden so sehr gepriesen wird. Die Tiefe der blauen Färbung nimmt übrigens in starker Progression vom Horizont nach dem Zenith hin, auch durch das Erythroskop gesehen, zu. Im Zenith erscheint der Himmel fast schwarz.

Endlich ist noch zu erwähnen, dafs alles Grün, das nicht vegetabilischer, sondern mineralischer Natur ist, z. B. das Schweinfurtergrün der Jalousien und mancher gefärbten Papiere, unverändert, höchstens etwas bläulich nüancirt zum Auge gelangt. In *Bündten*, *Glarus*, *Wallis* sah ich die Serpentine und grünen Verrucane deutlich grün; den *See* von *Davos*, von *Sils* und *Silvaplana* herrlich blaugrün mehr ins Blaue, ebenso die kleinen Gletscherseen in der Umgebung des *Piz Languard*, des *Körpfstock*, sowie den *Märjelensee* am Aletschgletscher. Entschieden blau erschien aber das Wasser des auch sonst herrlich blauen *Genfersees* und das Eis und Wasser in den unergründlichen Schrün-

den auf der Kuppe des *Tödi* und dem *Bifertengletscher* im Kanton Glarus.

Es bietet somit das Erythroskop ein Mittel dar, die Farbstoffe auf grünen Tüchern, auf Leder etc. sofort nach ihrer vegetabilischen oder mineralischen Natur zu unterscheiden. In der That habe ich die Probe an zahlreichen Zeugen, an den Seidenbändern der Damen und an vielen andern Dingen gemacht und immer bewährt gefunden.

Das blendend weisse *Licht der Firne*, sowie auch der *weisen Wolken* erschien, wenn es sehr intensiv war, im allgemeinen weifs, sonst hatte es immer einen Stich ins Violette.

Die *vergoldeten Wolken* bei unter- und aufgehender Sonne werden im Erythroskop wie begreiflich glänzend carminroth. Desgleichen alles was *roth* ist, es müfste denn gerade homogenes Roth von der Brechbarkeit zwischen *B* und *C* seyn, welches gar nicht gesehen werden kann. Solch homogenes Roth ist sehr selten in der Natur, und dennoch ist mir ein Fall bekannt geworden, auf den ich später zurückkommen werde.

Alle *gelben Metalle* und *Legirungen*: Gold, Messing, Bronze; alle *gelben Farbstoffe* ohne Ausnahme, auch die mineralischen z. B. chromsaures Kali, Chromgelb, Curcuma, Quercitron etc. etc. erscheinen in verschiedenen Abstufungen eines oft sehr leuchtenden Roth; am allerwenigsten der Schwefel, der eigentlich fleischfarben erscheint. Das Schwefelgelb enthält übrigens viel Orange.

Die *braunen Farben* der Hölzer, Tabacke, Thierhaare, auch die menschliche Haut, erhalten im Erythroskop einen tief carmoisinrothen Schein.

Ultramarin wird sozusagen unverändert in seiner kö-nigsblauen Farbe betrachtet.

Ich habe im Sommer 1861 auf saftigen Alpenwiesen mehrmals Gelegenheit gehabt, — bei sonst dicht bedecktem Himmel, als das diffuse Tageslicht schon zu schwach war, um die Vegetation durch die beiden Gläser überhaupt noch zu sehen, — die Pflanzendecke bei der momentanen *Beob-*

achtung eines Blitzschlages zu beobachten. Auch unter solchen Verhältnissen schien alles Grüne deutlich roth. Wenn nun aber das Licht eines Blitzstrahls, ähnlich dem eines Funkens des Poggendorff'schen Inductionsapparates, kein äußerstes Roth enthält, so ist somit dasselbe durch die elektrische Beleuchtung und das Chlorophyll erzeugt worden.

Ich bin überzeugt, daß der in Rede stehende einfache Apparat, den ich *Erythrophytoskop* oder kürzer, wenn man will, Erythroskop, genannt habe, wenn ihm auch keine wissenschaftliche Bedeutung zukommt, dennoch nicht weniger Beifall finden wird, als manche andere bekannte Vorrichtung für optische Unterhaltung.

Fast unnöthig ist es schließlicb zu sagen, daß wenn man sich die geeigneten Gläser (die eben nicht nur Roth, sondern zugleich auch Blau und Grün durchlassen) in einer Handlung aussuchen will, man am sichersten geht ein Stück geschwärzten Cartons mit einer kleinen runden Oeffnung und ein Prisma mitzunehmen und sofort, gegen das helle Tageslicht gewendet, die Spectralanalyse zu machen. Findet man welche, durch die man die beschriebenen Absorptionsspectren wahrnimmt, so wird ihre Combination den Zweck nie verfehlen.

III. Einiges über die Fluorescenz- und Absorptionserscheinungen beim Blattgrün.

Als ich einmal die Idee gefaßt hatte, die eigenthümliche Beleuchtung bei totalen oder nahezu totalen Sonnenfinsternissen sey der Fluorescenz der Vegetation zuzuschreiben, und als das Erythrophytoskop diese Idee so auffallend zu bestätigen schien, konnte ich nicht unterlassen, über diesen Gegenstand weiter nachzudenken und einige Experimentaluntersuchungen vorzunehmen.

Da ich in einigen Büchern z. B. Eisenlohr's Physik 8. Aufl. S. 268 gelesen hatte, daß grüne Blätter und gelbe sowie braune Blüten in der blauen Beleuchtung eines Kobaltglases roth *fluoresciren*, so nahm auch ich anfangs

schlechthin an, das Roth der durch das Erythroskop betrachteten Vegetation sey Fluorescenzroth, um so mehr, weil es in der That fast von derselben Nüance war wie der Fluorescenzkegel in einer mit einer Linse beleuchteten Chlorophylllösung.

In Anbetracht aber, dafs die Kobaltgläser ja auch äusserstes Roth von der Brechbarkeit A und a durchlassen, schien es mir doch nicht unwichtig zu untersuchen, *wie sich denn eigentlich eine Chlorophylllösung und grüne Pflanzenblätter in Bezug auf die Absorption und Reflexion der Spectralfarben verhalten würden.*

Liefen grüne Blätter, gelbe Petalen, oder Lösungen von Chlorophyll und Xanthophyll rothes Licht von der niedrigsten Brechbarkeit durchgehen, so wäre das erythroskopische Roth der Vegetation kein ausschliessliches Fluorescenzroth; es hätte z. Th. dieselbe Ursache wie das Roth der durch Kobaltgläser betrachteten mineralischen gelben Pigmente, d. h. es wäre eine Absorptionsfarbe — wie Helmholtz sehr richtig definirt — durch Subtraction gewisser prismatischer Farben aus dem weissen Lichte entstanden.

Ich schritt zunächst zu einer kleinen Voruntersuchung über die Absorption gefärbter Gläser und Flüssigkeiten, die ich hier nicht in *extenso* wiedergebe, um so weniger als solche Untersuchungen schon vielfach anderwärts unternommen worden sind.

Unter Nr. II dieser vermischten Mittheilungen habe ich das Absorptionsspectrum eines 1,5^{mm} dicken durchgängig gefärbten Kobaltglases beschrieben. Da nun diese Absorption offenbar mit dem Kobaltgehalte des Glases in directem Zusammenhang steht, es aber nicht wohl thunlich ist, sich denselben für jedes Glas quantitativ zu bestimmen: so mache ich blofs die Mittheilung, dafs wenn einmal die Absorption durch Vervielfachung derselben Gläser soweit gediehen ist, dafs der isolirte grüne Streif bei E auch zum Erlöschen kommt, die Absorption von da an durch weitere Vervielfachung der Gläser in aufserordentlich langsamer Progression zunimmt.

Zwei meiner Kobaltgläser genügten um das isolirte Grün

bei *E* zu eliminiren und das übrige beträchtlich zu reduciren. Mit drei Gläsern hatte man fast alles erreicht, was selbst mit zehn Gläsern erreichbar war, d. h. alles Licht war reducirt auf das Roth zwischen *A* und *a* und das Blau und Violett zwischen *F* und *H*. Dieses gilt alles für diffuses Sonnenlicht bei heiterm Himmel; wurde aber der Spiegel des Heliostaten so gestellt, daß das Sonnenbild im Spectrum sich so bemerklich machte, dann hatten alle farbigen Strahlen mehr penetrirende Kraft und durchsetzten selbst Medien, die man sonst für ziemlich homogen blau, gelb oder roth gehalten hatte.

Eine tiefblaue Lösung von *Kupferoxydammoniak* in einem Glaströgdchen, dessen Wände 2,5^{cm} von einander entfernt waren, zeigte im diffusen Sonnenlicht und mit Hülfe eines Flintglasprismas oder des Mousson'schen *Spectroskops* alles Blau von *F* an und das Violett, letzteres sehr hell, so daß ich mit bloßem Auge noch die Linien *L* und *M* deutlich erkannte. Wenn aber das Sonnenbild im Spectrum auftrat, in welchem Falle alle Farben bekanntlich fast weiß werden, so konnte man auch noch Grün, Gelb und selbst viel Roth erkennen. Betrachtete man die Sonne durch die Lösung und ein lichtrothes Ueberfangglas, so erschien sie immer noch blau. Alles Licht erlosch aber, wenn man vor die Kupferlösung ein tief rothes Kupferoxydulglas nahm.

Ein *lichtrothes Ueberfangglas* zeigte im diffusen Sonnenlicht nur alle rothen und orangen Töne, selbst wenig gelb; das intensive Sonnenlicht aber ging mit allen Farben durch, so daß das Spectrum der Kupferoxydammoniaklösung in seiner ganzen Ausdehnung erkennbar war.

Hält man ein *grünes Blatt* (ich benutzte welche von *Ficus elastica* und *Gladiolus*) vor die lichtgebende Spalte, so erscheint diese natürlich grün; das Spectrum dieses Lichtes zeigt aber einen Absorptionsstreif, etwa den Raum im Rothen zwischen *B* und *C* einnehmend; das äußerste Roth war sichtbar bis zu *B*, ebenso Gelb und alle Töne in Grün und Blau, aber das Violett war von *G* ab gänzlich verschwunden.

Äußerstes Roth geht also durch die grünen Blätter, während Orangeroth und Violett absorbirt werden.

Solches fand im gelben Sonnenlichte statt. Wenn aber die allgemeine Tageshelligkeit abnimmt und gar kein directes Sonnenlicht, sondern diffuses Himmelslicht das Blatt durchsetzt, dann wird die penetrirende Kraft des äußersten Roth zu schwach; es kann den Widerstand, den ihm die Chlorophyllmoleculé entgegensetzen, nicht mehr überwinden, bleibt daher auf irgend einem Punkte seines Weges zurück und wird nicht mehr gesehen.

Das Spectrum des Lichtes, das durch ein *Ficus*- oder *Gladiolusblatt* gegangen war, sah daher am 8. Dec. Abends 4 Uhr so, wie Fig. 11 Taf. VII zeigt, aus, d. h. es war auf einem Streif Orange und Grün mit Gelb in der Mitte, alle continuirlich verbunden, reducirt. Ganz junge dünne gelbgrüne Blätter ließen etwas mehr Orange und Grün sehen, selbst noch die ersten Anfänge von Blau.

Diese letzteren Versuche mit den grünen Blättern waren noch nicht so recht entscheidend, ob selbe äußerstes Roth durchlassen; denn möglicher Weise konnte ja durch die blauen und violetten Strahlen Fluorescenz von der Farbe des äußersten Roth erregt worden seyn.

Um daher die Hauptfrage in Hinsicht der Erscheinungen beim Erythrophytoskop zu entscheiden, wurde folgendermaßen vorgegangen:

Durch eine enge Spalte wurde mit dem Heliostaten möglichst intensives Sonnenlicht auf ein Prisma von Flintglas (Quarzapparate standen mir leider nicht zu Gebote, zudem ist das Sonnenlicht im Monat December nicht gerade sehr günstig) geworfen. Das Spectrum wurde in einiger Entfernung mit einem schwarzen Schirm, der eine etwas erweiterte Spalte besaß, aufgefangen und die einzelnen Farbentöne vom Ultraroth aus successiv nach Violett hervortretend, durchgelassen. Diese ziemlich homogenen Lichter wurden auf das schwertförmige Blatt von *Gladiolus*, dessen Epidermis zum Theil abpräparirt war, projecirt und der Erfolg theils mit bloßem Auge, theils mit Zuhülfeziehung der

blauen und rothen Gläser, von denen ich oben sprach, oder des Erythroskops betrachtet.

Es zeigte sich, dafs das äufserste Roth: *A* bis *a* und *B*, auf der Oberfläche des Blattes keinerlei Veränderung erleidet. Orange und Gelb schienen etwas geschwächt, die grünen Töne waren außerordentlich glänzend, auch Blau, Violett etwas matter, Ultra *H* dunkel. Der blaue Streif mit einem Kobaltglas betrachtet erschien grünlich, der violette violett. Mit einem rothen Glase betrachtet, erschien das Blau grünlich, das Violett aber schwach *röthlich*. Dieses Roth war also *Fluorescenzroth*. Dieselben Versuche wurden nun wiederholt, indem man das Blatt von der Hinterseite betrachtete, um das durchgegangene Licht zu prüfen.

Das äufserste Roth erschien recht schön und intensiv, namentlich wenn man es durch ein Kobalt- oder Kupferoxydulglas betrachtete. Dagegen erschien fast vollkommene Dunkelheit im Rothorange etwa zwischen *B* und *C*. Orange, Gelb, Grün, Blaugrün gingen durch, Blau und Violett erschienen gelbgrün, namentlich durch ein Kobaltglas; durch das rothe Glas aber entschieden *roth*, wenn auch nicht so intensiv wie das Ultraroth, so doch viel stärker als vorhin im reflectirten Lichte. Dieses Roth mußte daher ebenfalls *Fluorescenzroth* seyn; das leuchtende Grün war vielleicht ebenso durch Fluorescenz erregt.

Ein Versuch die Intensität der Farben, bevor sie auf das Blatt fielen, durch eine Sammellinse zu steigern, hatte hinsichtlich der Fluorescenz keinen günstigen Erfolg, weil jene aus Crown Glas bestand. Zur Controle nahm ich nun auch einmal den Schirm weg und liefs das ganze Spectrum auf mein schwertförmiges Gladiolusblatt fallen, das ich im durchgelassenen Lichte betrachtete, wie oben. Durch das rothe Glas erschien nun das Spectrum *an beiden Enden roth*; mit dem Kobaltglas aber konnte ich im Violett und Blau nichts Rothendes entdecken, vielmehr war alles dunkel und an der Stelle von Hellblau erschien Grün. Der Absorptionsstreif am rothen Ende hatte sich über das Gelb verbreitet und ein zweiter war im Grün erschienen.

Diese Versuche zeigen somit unzweifelhaft, daß das rothe Licht zwischen A und B grüne Blätter durchsetzen und von ihrer Oberfläche reflectirt werden kann. Das irregulär reflectirte Roth hat man wohl auch nur im Sinne der Absorption aufzufassen, d. h. das weiße Licht dringt bis in eine gewisse Tiefe der Chlorophyllschicht ein, kehrt in Folge innerer Reflexion um und tritt, an gewissen Strahlen ärmer, als grünes Mischlicht heraus, und schließlich, wenn es noch durch die Objectivgläser des Erythroskops gegangen ist, besteht es nur noch aus einer gewissen Summe rother Elementarstrahlen. Wir würden somit durch das Phyt erythro skop selbst, wenn das Chlorophyll nicht die Fähigkeit hätte zu fluoresciren, die Vegetation roth sehen müssen.

Man kann nun immer noch die Frage aufwerfen: *Sind bei diesem, durch gewöhnliche Absorption entstandenen, rothen Lichte nicht auch rothe Fluorescenzstrahlen?*

Diese Frage entscheidet sich dadurch, daß man untersucht, ob irgend welche Strahlen des Spectrums im Stande sind, im Chlorophyll durch Fluorescenz rothe Strahlen von der Brechbarkeit zwischen A und B zu erzeugen, — denn nur diese durchdringen ja die Kobaltgläser.

Man sollte nun glauben, daß dies der Fall sey, denn man sieht ja den blutrothen Lichtkegel in einer Chlorophylllösung durch Kobaltgläser nur noch um so schöner roth.

Ebenso ist in dem sonst sehr lesenswerthen nur etwas kurz gehaltenen Schriftchen von Pisk o, »Ueber die Fluorescenz des Lichtes, Wien 1861 S. 35,« zu finden: »Je nach dem fluorescirenden Stoffe betheiligen sich (an der Fluorescenz) auch tiefer tönende Farben (als Violett und Blau), z. B. bei dem Chlorophyll alle Strahlen bis Roth, selbst diese nicht ausgenommen. An einer andern Stelle heißt es: ein Sonnenspectrum auf ein Glaströgen mit Chlorophylllösung geworfen, erscheint in seiner gewissen Ausdehnung roth, wenn auch in verschiedenen Tönen.« Diese selben Angaben habe ich übrigens zeither im Original, d. h. in der Uebersetzung der Stokes'schen Arbeit in diesen Annalen gelesen.

Offen gestanden, mir ist es nicht gelungen dieses so genau wiederzusehen. Zwar gebe ich zu, ich operirte ohne alle Quarzapparate und im Monat December bei etwas dunstiger Atmosphäre; das Sonnenlicht mochte daher von dem Maximumsgehalt an Fluorescenz erregenden Strahlen ziemlich entfernt seyn. Defsungeachtet habe ich mich durch gewisse Gläsercombinationen von der Richtigkeit der Stokes'schen Angaben überzeugt. Indessen will ich referiren über das, was ich selbst unter obigen Umständen beobachtet habe.

Aus gewöhnlichen Wiesengrasblättern wurde, nachdem denselben durch Abkochen mit Wasser der Gerbstoff entzogen worden war (das hellbraune Decoct fluorescirte grünlich gelb), mit Alkohol und Aether ein Chlorophyllauszug gemacht. Derselbe erschien in dünnen Schichten im durchgehenden Lichte saftgrün oder moosgrün; im reflectirten Lichte auf schwarzem Tuch als Hintergrund aber dunkel braunroth, etwa so wie das Pigment der *Dracena Draco* in Masse erscheint. Diese ätherisch-alkoholische Chlorophylllösung war nun so concentrirt, daß sie in den Glasrörgchen von 2,5^{cm} Weite im durchfallenden Lichte schon gar nicht mehr grün, sondern tief rubinroth erschien. Ja man konnte die bloße Sonnenscheibe dadurch betrachten, auch sie erschien tief rubinroth. Selbst im trübsten auffallenden Tageslichte bemerkte man deutlich die braunrothe Farbe. Das Grün verrieth sich in der That nur beim Umschwenken in ganz dünnen Schichten. Wir haben also hier einige Analogie zu der Lackmustinktur, die in dünnen Schichten blau, in dicken im durchfallenden Lichte aber ebenfalls roth erscheint.

Wie zu erwarten stand, war der Lichtkegel einer Linse in dieser Chlorophylllösung intensiv blutroth, aber nur an der Oberfläche; aus dem Inneren heraus konnte das Licht des Kegels bei rechtwinkliger Betrachtung gar nicht dringen. *Lucus a non lucendo!* Rubinroth (d. h. transparent) war er, wenn man ihn in diametraler Richtung betrachtete. Verdünn-

tere Lösungen zeigen sonst in diesem Falle den Lichtkegel immer grün, und erst in einem Winkel von etwa 20° , von der Opposition an, beginnt er sich röthlich zu zeigen. Am tiefsten und undurchsichtigsten erscheint er, wenn man ihn von oben rechtwinklig betrachtet.

Durch Kobaltgläser oder das Erythroskop betrachtet, wird die ganze Lösung auf einmal hellroth, wie transparent; aber der Lichtkegel hebt sich sehr leuchtend roth aus dem Roth hervor.

Es handelte sich nun darum, zu untersuchen, ob dieses Roth der Chlorophylllösung lediglich durch Fluorescenz hervorgerufen sey.

a. Untersuchung der Chlorophylllösung nach der Methode der Absorbentien.

Von allen gefärbten Gläsern, die mir zu Gebote standen (hauptsächlich wurden immer die oben genannten benutzt), waren nur die *grünen* der Erzeugung des blutrothen Lichtkegels ungünstig; für die übrigen, d. h. die rothen, orangefarbigten gelben, blauen und violetten fand ich das von Stokes und Pisko Angegebene bestätigt.

Die grünen Gläser, soweit ich eine Varietätensammlung derselben prüfen konnte, hatten alle das Gemeinsame, im diffusen Sonnenlichte für die Strahlen von *A* bis *C* undurchsichtig zu seyn; in verschiedenem Grade trübe waren sie für die orangen und gelben Strahlen. Für Violett waren sie ebenfalls dunkel. Das Blau ging in der Regel in dem Grade besser durch, als sie weniger Orange oder Gelb durchliessen.

Wenn nun diese grünen Gläser als Objectiv absorbirenden dienten, so wurde das Roth des Lichtkegels sehr gedämpft; derselbe erschien eigentlich braun, d. h. gelbgrün mit etwas Roth. Dienten rothe oder blaue Gläser als Oculare, so erschien der braune Lichtkegel roth, durch grüne Gläser leuchtend grün und durch Kupferoxydammoniaklösung war er kaum, mit unbestimmter Farbe, sichtbar. Wurde der auf die Vorderfläche des Glases projecirte braungrüne Fleck mit einem Flintglasprisma betrachtet, so erhielt man ein Spec-

trum, bestehend aus einem schmalen Streif *Carminroth* und einem breiteren *Gelbgrün*; beide trennte ein *dunkler Streif* von der Breite des rothen, weil eben Gelb und Orange fehlten.

Das rothe Licht konnte also hier Fluorescenzlicht seyn; ob das Grüne auch, scheint mir noch unentschieden.

Eine Kupferoxydammoniaklösung von solcher Concentration, dafs, als selbst das Bild der Sonne im Spectroskop auftrat, kein rothes Licht zu bemerken war, wurde nun als Objectiv absorbens angewandt. Der blaue Lichtkegel verwandelte sich in der Chlorophylllösung in einen purpurnen (wegen Mischung des Roth mit Violett), war aber nicht durch die ganze Flüssigkeitsschicht hin zu verfolgen, sondern er erlosch bald nach seinem Eintritt. Auf der Vorderfläche des Tröghens erblickte man eigentlich zwei Kreise, die sich durchschnitten, einen blauvioletten und einen purpurnen. Ersterer war der regulären Reflexion am Glase zu verdanken. Mit dem Prisma betrachtet, erschienen zwei längliche Ovale, das äufserste carminroth, das zweite gelbgrün, beide durch einen schmalen schwarzen Streif getrennt, zum Schlufs blau und violett wegen des reflectirten Lichts des Glases.

Durch ein blaues oder durch ein grünes Glas war das purpurne Licht nicht sichtbar, wohl dagegen durch ein rothes: aber dann nicht mehr purpurn sondern carminroth.

Dieser Versuch beweist: *dafs blaues und violettes Licht rothes und gelbgrünes Fluorescenzlicht induciren können, dafs aber das Roth nicht dem äufsersten Roth zwischen A und B angehört, welches durch Kobaltglas geht, sondern dafs es zu den Strahlen von der Wellenlänge zwischen B und C gerechnet werden mufs.*

b. Untersuchung der Chlorophylllösung nach der Spectralmethode.

Ich beabsichtigte jetzt zu untersuchen, welche einfachen Lichter überhaupt fähig seyen, Fluorescenz in der Chlorophylllösung zu induciren. Da ich indessen über Quarzlinsen, Quarzprismen, Quarztröge nicht verfügen konnte und diese

zu so subtilen Versuchen fast unentbehrlich sind, so lege ich auf die von mir gewonnenen Resultate keinen besonders hohen Werth, halte aber deren Mittheilung doch nicht für ganz zwecklos.

Als ich das Trögchen mit der Chlorophylllösung vor die Spalte am Heliotropenapparat brachte und Sonnenlicht auf dieselbe fallen liefs, erschien die Spalte rubinroth gefärbt. Das war nichts Neues. Die prismatische Analyse zeigte aber zu meiner Verwunderung, dafs dieses Licht vollkommen homogenes äufserstes Roth war von der Brechbarkeit *A* bis *B*, denn durch das Erythroskop konnte es gesehen werden; vollkommen finster wurde es aber, wenn man noch ein Trögchen mit Kupferoxydammoniak vorstellte.

Eine Chlorophylllösung von solcher Concentration (ich werde mich später bemühen den Chlorophyllgehalt zu ermitteln) als Schicht von 2,5^{cm} Dicke genommen, ist somit eins der seltenen Mittel, durch Absorption vollkommen homogenes Roth zu erzeugen.

Einen Theil der Chlorophylllösung verdünnte ich durch Aetheralkohol so lange bis die Spalte unter gleichen Umständen satt grün gesehen wurde.

Betrachtete man auch dieses Licht durch ein Prisma, so sah man wieder das äufserste Roth etwa von *A* bis *B*, dann zwischen *B* und *C* einen Absorptionsstreif, nun einen schmalen Streif Orangeroth, jetzt wieder einen breiteren Absorptionsstreif bis zu *D*, von da an gelbes und grünes Licht bis zu *E* hin, hierauf einen Absorptionsstreif über den Linien *b* und endlich ein schmales Stück Blaugrün bei *F*. Die blauen und violetten Töne waren ausgelöscht (Fig. 12 Taf. VII).

Diese Absorptionsspectren sind alle nur nach dem Augenschein gezeichnet. Man sieht indefs, dieses Spectrum nähert sich schon der Absorption der grünen Blätter im hellen Sonnenlicht.

Um nun zur Hauptsache zu kommen, erzeugte ich ein möglichst intensives und reines Sonnenspectrum mit Hülfe eines Flintprismas. Genau wie früher wurden einzelne Farben mit einem Schirm, in dem sich eine Spalte befand, isolirt

zuerst roth, dann orange, gelb usw. Diese einfachen Lichter liefs ich auf das Trögchen mit Chlorophylllösung fallen. (Es war die concentrirtere Lösung.)

Das Roth von *A* bis *B* etwa setzte querdurch, so dafs es auf einen dahinter stehenden weissen Schirm gesehen wurde, wenn auch etwas geschwächt. Von oben in das Trögchen sehend, konnte ich aber zunächst der Glaswand eigentlich keine erhöhte Intensität oder eine Veränderung der Farbennüance wahrnehmen, dagegen vom Roth von *B* bis *C* und Orange wollte es mir scheinen, als sey hier in der That in der äufsersten Schicht ein leuchtenderes Roth vorhanden. Die ursprünglichen Strahlen setzten bis in eine gewisse Tiefe fort und erloschen dann. Bei Gelb und Grün schienen mir die Farben etwas lebhafter zu werden, aber eine Umwandlung in Roth konnte ich nicht constatiren. Erst im Blau begann längs der Glaswand eine schmale schwach leuchtende purpurrothe Linie aufzutreten, die durch ein Kobaltglas betrachtet grün, durch ein rothes Glas gesehen aber carminroth erschien. Im Violett und Ultraviolett war die Purpurlinie breiter und heller. Betrachtete ich die purpurne Linie von vorne oder von oben mit einem Prisma, so zerfiel sie in zwei gesonderte, eine carminrothe und eine gelbgrüne, beide durch einen dunklen Streif getrennt. Oft hing dem Grünen auch noch Blau und Violett an, was der Reflexion der Glaswand zuzuschreiben war.

Zur Controle nahm ich hierauf das Trögchen mit der verdünnten Chlorophylllösung und liefs das ganze Spectrum darauf fallen oder färbte es successive durch die einzelnen Farben. Aber auch hier begann eine deutliche Farbenänderung erst in Blau und zwar wieder purpurroth bis zum Ultraviolett. Die rothen, orangen, gelben und grünen Töne sah ich quer durch das Trögchen setzen und auf einem dahinter gestellten Schirm erscheinen; dabei zeigten sich allerdings die Stellen zwischen *B* und *C* und im Orange bis Gelb sehr geschwächt, ebenso an einer Stelle im Grünen; Blau und Violett erloschen schon gleich zu Anfang, sie inducirten ja das purpurne Fluoreszenzlicht.

Soweit meine Versuche über die Fluorescenz und Absorption des Chlorophylls, die alle, ich wiederhole es, im Interesse der Wissenschaft im Monat December (1861) angestellt worden sind, wo also die Sonnenstrahlen wegen der schiefen Incidenz fast das Minimum ihrer Leuchtkraft besaßen.

Folgerungen.

Meine Versuche, die eigentlich zu dem speciellen Zweck einer Erklärung der Erscheinungen im Erythroscop angestellt wurden, und die in ihren Resultaten wesentlich mit den Ergebnissen der Beobachtungen von Ångström ¹⁾, Harting ²⁾, Stokes ³⁾ und Salm-Horstmar ⁴⁾ übereinstimmen und als Bestätigung derselben dienen können, erlauben nun folgende Schlüsse zu ziehen:

1) Grünen Pflanzenblättern kommt die Fluorescenz ebenso gut zu wie der Chlorophylllösung; aber sie ist im Vergleich zu dieser sehr schwach. Die Ursache dieser schwächeren Fluorescenz ist offenbar einmal in der geringeren Menge influencirter Chlorophylltheilchen, und dann in den anderweitigen Körpern des Blattes, denen ebenfalls Fluorescenz zukommt, zu suchen.

2) Die Fluorescenzfärbung beim Blattgrün ist eine rothe und eine grüne, wobei im Auge unmittelbar wesentlich nur der Eindruck der ersten obwaltet.

3) Das rothe Fluorescenzlicht, welches durch die blauen und violetten Strahlen erregt wurde, gehört zu den Wellenlängen zwischen *B* und *C* und kann somit die Gläser des Erythrophytoscops nicht durchdringen. Die übrigen Strahlen: grün, gelb und orange, namentlich die zwischen *B* und *C*, erregen rothes Licht von der Brechbarkeit *A* und *B*, welches somit im Erythroscop gesehen werden kann.

4) Deseunageachtet ist das erythroscopische Roth der

1) Pogg. Ann. 1854 Bd. 93 S. 475.

2) Ibid. 1855 Bd. 96 S. 543.

3) Ibid. 1854 4. Suppl. S. 217.

4) Ibid. 1855 Bd. 94 S. 267.

Vegetation größtentheils diaphanes Roth und reflectirtes Roth (Durch Absorption der übrigen Strahlen aus dem weißen Licht entstanden.). Um nichts anderes als rothes Fluorescenzlicht zu sehen, müßte man nach Gläsern oder Flüssigkeiten suchen, die lediglich die Strahlen zwischen *B* und *C* durchlassen.

5) Da das Fluorescenzlicht gewöhnlich heller ist als die inducirende Farbe, so ist es erklärlich, daß bei einer totalen Sonnenfinsterniß das durch die Dunkelheit empfindlich gewordene Auge die rothen Fluorescenzstrahlen der Vegetation bemerken kann; namentlich die von der Brechbarkeit zwischen *B* und *C*.

6) Der Umstand, daß das blutrothe Fluorescenzlicht der Chlorophylllösungen prismatisch in zwei geschiedene Portionen Roth und Grün zerfällt, scheint darauf hinzuweisen, daß das Chlorophyll aus zwei besonderen Bestandtheilen zusammengesetzt ist, von denen der eine hauptsächlich roth, der andere hauptsächlich grün fluorescirt.

Diese letzte Folgerung konnte unmittelbar controlirt werden, denn Frémy und in neuester Zeit Kromayer ¹⁾ haben ja nachgewiesen, daß das Chlorophyll sich in einen gelben (Phylloxanthin) und in einen blauen (Phyllocyanin) Farbstoff zerlegen läßt.

Aus 375 Grm. grüner Blätter der verschiedenen Wiesengrasarten wurde möglichst reines Chlorophyll nach der Methode von Kromayer dargestellt, die eine Hälfte nach Kromayer, die andere nach Frémy gespalten.

Das in Flocken abgeschiedene, gallertartig werdende, rein gelbe Xanthophyll löste sich leicht in Aether, nachdem es mit Salzsäure gewaschen worden war, unter Hinterlassung schmutzig weißer Flocken. Die Lösung erschien ziemlich gesättigt rein gelb, und *fluorescirte intensiv roth*, schwächer, wenn das Licht erst durch eine Kupferoxydammoniaklösung gegangen war. Legte man etwas von der gelben schmutzigen Masse auf ein Porzellantäfelchen und beschattete sie mit einem Kobaltglase, so erschien sie purpurn mit ei-

1) Chem. Centralblatt 1861 S. 393.

nem Ueberwurf von Blauviolett, unter diesen Verhältnissen mit einem zweiten Kobaltglas oder dem Erythroskop betrachtet, aber herrlich leuchtend rubinroth (falls mit einer Linse concentrirtes Licht durch das blaue Objectivglas geworfen wurde).

Wenn die gelbe schmutzige Masse einige Tage in verschlossenen Gefäßen sich selbst überlassen bleibt, so löst sie sich wohl noch in wässriger Salzsäure, nicht mehr aber in Aether.

Als ich das Absorptionsspectrum der Xanthophylllösung mit dem Mousson'schen Spectroskop betrachtete, sah ich zwei charakteristische breite dunkle Streifen rechts und links von einer schmalen rothen Lichtlinie, in der die Linie *C* zu bemerken war. Das äußerste Roth ist von *B* ab sehr hell und läßt namentlich die sonst schwer erkennbare Linie *A* mit großer Schärfe beobachten. Ein matterer Absorptionsstreif fand sich noch im Gelbgrünen, nahe bei *E*. Zwischen *F* bricht das Spectrum ab.

Bei gegebener Concentration und Dicke der absorbirenden Schicht war der Anblick des Spectrums der in Fig. 13 Taf. VII verzeichnete.

Die wässrige salzsaure Lösung des zweiten Bestandtheils des Chlorophylls hatte eine tief blaugrüne Farbe, um so reiner blau, je dicker die absorbirende Schicht war. Offenbar enthielten die von mir benutzten winterlichen Blätter weit mehr Phylloxanthin als Phyllocyanin. Das Spectrum der Cyanophylllösung zeigte zwei außerordentlich breite Absorptionsstreifen, den ersten im Roth, Orange und Gelb, so daß in dessen Tönen nur noch das äußerste Roth zwischen *A* und *B* wahrgenommen wurde; den zweiten im Lichtgrün, etwa zwischen *E* und den nächst schärfern Doppellinien jenseits *C*; Blaugrün und Blau gingen durch. Denkt man sich die beiden Spectren algebraisch summirt, so wird ein Spectrum resultiren, das wesentlich auf drei lichte Streifen reducirt ist, nämlich einen im äußersten Roth, einen im Gelbgrün und einen dritten im Blaugrün-Blau. Es ist

nicht schwierig sich Chlorophylllösungen zu bereiten, welche wirklich diese drei hellen Streifen im Spectrum zeigen.

Die *Fluorescenz* der Cyanophylllösung erscheint *meergrün*, die Nüance wird wohl am besten durch das griechische Adjectivum *γλαυκος* bezeichnet.

Somit hat sich die Folgerung 6) bei der Controle vollkommen bestätigt.

IV. Fluorescenz einiger anderweitiger Flüssigkeiten.

Ohne Ansprüche auf Priorität zu machen registriere ich hier eine *graugrüne* Fluorescenz für *Schwefelkohlenstoff*, *Essigäther*, *Terpentinöl*, *Krummholzöl*, *Aceton*, *Glycerin*, *Fuselöl*, *Bittermandelöl*, concentrirte Lösungen von *essigsau-rem Ammoniak*, *essigsaurer Thonerde* und *salpetersaurer Magnesia*.

Einen *gelben* Lichtkegel sieht man in *Nitrobenzin* und *Galläpfeltinctur*; einen *grüngelben* in *Leberthran*, *Chlorschwefel* ($S_2 Cl$) und *Lavendelöl*.

V. Gallussäure in Bündner Rothwein; Löslichkeit des Traubenfarbstoffes.

Da es mir öfter vorgekommen, dafs ich Weine auf Echtheit in Farbe, Weingeistgehalt usw. zu prüfen hatte, so theile ich hier einige Erfahrungen mit.

Gallussäure ist bis jetzt in keinem Weine aufgefunden worden; Mulder hält es indess für sehr wahrscheinlich, dafs sie darin vorkomme.

Es ist nicht schwer Gallussäure in den Bündner Rothweinen sehr deutlich nachzuweisen.

Aus 100 Ccm. Wein wurde die Gerbsäure mit Fischleim entfernt, dann das Filtrat mit Wasser verdünnt, bis die Farbe hell genug war, um eine Veränderung zu erkennen, jetzt Eisenchlorid zugesetzt. Es entstand eine grünbraune Färbung, die bei stärkerer Verdünnung, an der Luft stehend, allmählig violett wurde und schliesslich schwarzblaue Flocken fallen liess. Bei der hiesigen Weinbereitungsme-

thode, nach welcher der junge Wein Wochen ja Monate lang auf den Trestern so zu sagen offen liegen bleibt, wäre es schwer zu begreifen, wie da nicht Gallussäure durch Zersetzung der Gerbsäure mit in den Wein kommen sollte.

Scheidet man aus Wein nach Mulder's Methode den blauen Traubenfarbstoff ab, was ich oft gethan habe, so findet man, daß dieses Traubenblau, welches in dünnen Schichten auf einem Uhrglase schön irisirt, wie in der Traube selbst, auch in den sogenannten Fruchtläthern (wenigstens in essigsauerm und buttersauerm Aethyloxyd) etwas, mit violetter fast rein blauen Farbe löslich ist und durch Verdunsten derselben wieder im ursprünglichen Zustande erhalten werden kann. Ammoniak macht es erst grün und zerstört es dann zu einer braunen Substanz.

VI. Analyse einiger Kalksteine.

Ausgeführt von Lorenz Steiner von Lavin und Alois Held von Zizers, Eleven an der Bündnerschen Kantonschule.

a) Kalkspath und Kalkstein vom Luziensteig.

Wenn man von den Festungswerken aus auf dem gedeckten Wege gegen die Blockhäuser ansteigt, so findet man auf breiten Klüften des hellgrauen, klingenden, für Jura angesprochenen Kalksteines, ausgedehnte Drusen von Kalkspathkrystallen. Diese bilden das zweifach stumpfere Rhomboëder mit in der Richtung der Gegenrhomboëderkante gestreiften, und etwas gekrümmten Flächen. Die Randecken sind normal abgestumpft bis zum gegenseitigen Durchschnitt, so daß die Hexagonalsäule sehr deutlich repräsentirt ist.

Die Analyse ergab:

	Kalkspath	Kalkstein
Kieselsäure	—	0,0690
Eisenoxyd	0,0060	0,0030
Kohlensauren Kalk	0,9837	0,8660
Phosphors. Magnesia	0,0051	0,0043

Berechnung:

	Kalkspath	Kalkstein
	— Proc.	6,90 Proc.
Kieselsäure	—	—
Kohlensaures Eisenoxydul	0,87	0,43
Kohlensaurer Kalk	98,37	86,60
Kohlensaure Magnesia	0,38	9,03
Summa	99,62	102,96

Der Kalkstein ist also etwas dolomitisch und mit Ausnahme der Kieselerde und der organischen Substanzen sind alle seine Bestandtheile auch in den reinen Kalkspath übergegangen, dessen mineralogische Formel in Rücksicht auf die isomorphe Vertretung geschrieben werden muß:

b) Felsberger Dolomit und Lichtensteiner Ostreenkalk.

Analysirt von Alois Held.

Der Dolomit stammt vom Felssturz, der schwarze mit Eisenoxydhydrat überzogene Lichtensteiner Kalk aus dem ehemaligen Gletschertobel gleich unter der höchsten Spitze des Calanda. *Ostrea macroptera* findet sich schaarenweise darin. In demselben läßt sich auch *Phosphorsäure* in merklicher Menge nachweisen.

	Dolomit	Ostreenkalk
Unlösliches (Si O ₃ , Thon)	1,65 Proc.	16,85 Proc.
Thonerde + Eisenoxyd	0,71	5,60
Kohlensaurer Kalk	55,87	58,32
Kohlensaure Magnesia	41,02	21,84
Summa	99,25	102,61

Wie man sieht, ist das Felsberger Gestein ein typischer Dolomit, dem die Formel (Ca O + Mg O), CO₂ zukommt. Der Lichtensteiner Kalk ist ein sehr unreiner thonigkiesliger, aber dolomitischer Kalkstein ¹⁾.

1) Ich habe mich nicht gescheut die beiden, einen etwas großen Ueberschuß zeigenden, Analysen der Kalksteine mitzutheilen, weil dieser Fehler im Grunde den Geologen doch nicht verhindert, eine Einsicht in die wesentliche chemische Zusammensetzung dieser alpinen Gesteinsmassen zu bekommen.