

herbeiführen. Werden alle Zellen mit einem Motor zusammengeschaltet, so geht der Wagen im Schritt, werden alle Zellen mit beiden Motoren hinter einander geschaltet, so bewegt sich der Wagen im Trabtempo, und werden alle Zellen mit beiden Motoren parallel geschaltet, so geht das Tempo in scharfen Trab über. Wie bei den elektrischen Booten kann durch Umschaltvorrichtungen das Gefährt leicht und schnell rückwärts bewegt, oder durch Ausschalten des Stromes zum Stehen gebracht werden, wobei die sich sofort einschaltenden Bremsen wirksame Hilfe leisten.

Wenn, wie schon ersichtlich, der Akkumulatorwagen das Ideal eines Wagens darstellt, so dürfte es nicht uninteressant sein, der Vortheile und Nachtheile anderer Betriebsarten, wie dem Dampfbetriebe, demjenigen mit direkter Elektrizitätszuleitung und dem Pferdebetrieb gegenüber in Kürze zu gedenken, zumal recht zuverlässige Erfahrungsthatfachen von W. Siemens und besonders vom Ingenieur Huber vorliegen, welcher wiederholt Versuche mit Akkumulatoren bei dem elektrischen Strassenbahnbetriebe in Hamburg angestellt hat. Die Lösung der Frage des Akkumulator-Betriebes für elektrische Strassenbahnen hängt aber so innig mit der Entwicklung der Akkumulatoren selbst zusammen, dass Fortschritte und Verbesserungen auf diesem Gebiete gleich bedeutend sind mit erworbenen Vorzügen für jenen Betrieb. Daher sind Bedenken, wie beschränkte Lebensdauer, Unzuverlässigkeit, zu hohes Gewicht der Akkumulatoren heutzutage nicht mehr begründet, wie wir uns ja bereits an den Apparaten von Julien, denen der Electrical Power Storage Co. und denen der übrigen Typen überzeugt haben, und was auch besonders die beiden genannten Akkumulatortypen in Brüssel, London, in Hamburg und an anderen Orten beweisen, wo sie den Betrieb vollkommen gesichert haben.

(Schluss folgt.)

Ueber die Farben der Körper.

Von Gymnasiallehrer Ludwig.

(Schluss.)

Der Versuch würde sich ebenso gestalten, wenn man statt einer doppelt starken Schicht eine Lösung von doppelt starker Concentration wählte. Das Chlorophyll ist ein Körper, der, sobald die Lösung hinreichend stark ist, nur Grün und

Roth durchlässt, bei diesem ist der Vorgang so ähnlich wie beschrieben. Für die übrigen genannten Stoffe würde die Erklärung entsprechend sein, doch sind die Verhältnisse hier weniger einfach, da die meisten Körper Licht von mehr als zwei Farben hindurchlassen.

In hinreichend dünner Schicht ist fast jeder Körper für unser Auge vollkommen durchsichtig, in genügend-starker Schicht erscheint jeder undurchsichtig, da keiner eine Lichtart völlig ungeschwächt durchlässt. Auch das Wasser ist nicht völlig farblos. Nach den Versuchen von Bunsen färbt es in einer Schicht von zwei Metern das Licht schwach blau, es lässt also das blaue Licht vorzugsweise hindurch. Ueber die Tiefe, bis zu der überhaupt Licht in das Wasser eindringt, hat neuerdings der Ingenieur von Petersen sehr sorgfältige Untersuchungen mit Chromsilber und Bromsilber-Gelatinepapier angestellt. Dar-nach ist bis zu einer Tiefe von 500—550 Metern eine deutliche Lichtwirkung wahrzunehmen, die sich durch Schwärzung der Platten anzeigt. Hiermit stimmt überein, dass das Wachstum von Pflanzen, die ja zu ihrem Leben Licht bedürfen, an dieselbe Grenze gebunden ist. Es scheint demnach, dass eine Schicht Wasser von über 550 Metern als vollständig undurchsichtig bezeichnet werden kann.

Schaltet man in den Weg des Lichtes zwei gefärbte Gläser ein, von denen das eine die Strahlen durchlässt, die das andere absorbiert, so wird das Spektrum völlig ausgelöscht. Sie sehen hier ein rothes und ein grünes Glas. Jedes für sich ist durchsichtig, eine Kombination von beiden lässt gar kein Licht hindurch und erscheint schwarz. Dasselbe gilt für je zwei andre complementäre Farben.

Das bisher Gesagte gilt, wie wiederholt bemerkt, nur für durchsichtige Körper, d. h. für klare Flüssigkeiten, Gläser, Krystalle. Ich will jetzt dazu übergehen, mit Hilfe der gewonnenen Resultate die Erscheinungen, wie sie sich bei den undurchsichtigen, trüben Stoffen darbieten, zu erklären. Sie sehen hier eine Lösung von hypermangansaurem Kali. Sie erscheint, wie ich vorhin gezeigt habe, auf beleuchtetem Hintergrund violett, auf dunklem schwarz.

Thut man ein weisses Pulver, z. B. pulverisirte Kreide, hinein, so zeigt sie auch auf dunklem Hintergrunde eine hellviolette Färbung. Das Licht, das von vorn und von den Seiten

auf das Glas fällt, wird jetzt an den Oberflächen der Kreidetheilchen nach allen Seiten hin reflektirt. Die Lichtstrahlen treffen zum Theil nach ein- oder mehrmaliger Reflexion unser Auge. Sie haben vorher einen grösseren oder geringeren Weg in der Flüssigkeit zurückgelegt und sind in Folge der auswählenden Absorption violett geworden. Der Farbenton ist stark mit Weiss gemischt, weil die Strahlen nur eine schwache Flüssigkeitsschicht passirt haben und nur von den Kreidetheilchen reflektirt sind, die sich in der Nähe der Gefässwände befinden. Je mehr Pulver man hineinthat, um so weniger rein, d. h. mehr mit Weiss gemischt, wird die Farbe.

Ein ganz ähnlicher Vorgang, wie der beschriebene, findet in einem grünen Blatte statt, das von weissem Licht getroffen wird. Das Blatt ist bekanntlich aus zahlreichen Zellen zusammengesetzt. Das Licht, das in das Blatt eindringt, erfährt an den Wänden der Zellen wiederholt Reflexionen. Es geht auf seinem Wege durch eine gewisse Schicht des Chlorophylls und dies bewirkt eine auswählende Absorption. In dem durchgelassenen Licht überwiegen, wie wir vorhin gesehen haben, die grünen Strahlen, sobald die durchstrahlte Schicht gering ist, und das Blatt erscheint uns daher grün.

Man sagt häufig, ein grüner Körper reflektirt nur grüne, ein rother nur rothe Strahlen, ein weisser Strahlen jeder Art. Dies ist, so wie es meist verstanden wird, nicht richtig, da man dabei gewöhnlich an das an der Oberfläche reflektirte Licht denkt. Allerdings findet auch eine Reflexion an der Oberfläche statt, aber das von dieser herrührende Licht hat in den meisten Fällen — einige Ausnahmen werde ich später besprechen — dieselbe Farbe, wie das auffallende Licht. Die Färbung der meisten Körper ist eine Folge der Reflexion im Innern der Körper; das Licht, das die Farbe hervorruft, ist bis zu einer gewissen Tiefe in den Körper eingedrungen und hat auf diesem Wege eine auswählende Absorption erfahren. Selbst die dichtesten Körper sind, wie schon oben bemerkt, in hinreichend feinen Schichten durchsichtig, wir sind daher berechtigt, bei der Erklärung der Farben der Körper eine gewisse Durchsichtigkeit derselben anzunehmen. Auch mit dem optischen Fundamentalgesetz, dass eine Reflexion nur stattfinden kann beim Uebergang des Lichtes in ein Medium von anderer Brechbarkeit, steht unsere Erklärung nicht im Widerspruch. Ein nicht homogener Körper, wie z. B. ein zellig gebauter pflanzlicher oder thierischer

Stoff ist in optischer Beziehung anzusehen als ein Gemenge von verschiedenen Körpern, an deren Grenzen das Licht reflektirt wird. Eine homogene, nicht organisirte Substanz, z. B. eine klare Flüssigkeit, ein farbiges Glas, ein Krystall zeigt, wie wir gesehen haben, seine Färbung nur im durchgehenden, nicht im auffallenden Licht.

Ein absolut schwarzer Körper würde ein Körper sein, der alle Farben vollständig absorhirt, doch giebt es einen solchen nicht. Grau ist eine Mischfarbe, in der keine bestimmte Spektralfarbe vorherrscht. Ein inniges Gemenge zweier oder mehrerer Stoffe von verschiedener Brechbarkeit, von denen jeder alle Lichtarten nahezu ungeschwächt durchlässt, erscheint uns im Tageslicht weiss. So bildet eine Mischung von Eis und Luft den Schnee, von Wasser und Luft weissen Schaum, Nebel oder Wolken, auch pulverisirtes Glas hat eine weisse Färbung. Es erfährt hier das auffallende Licht an den innern Oberflächen der Glas- und Wassertheilchen eine totale Reflexion und gelangt nahezu ungeschwächt in unser Auge. Ein Gemenge von zwei farblosen Körpern von gleicher Brechbarkeit ist durchsichtig. So wird nach Dove der undurchsichtige weisse Hydrophan im Wasser durchsichtig und farblos, weil die vorher mit Luft gefüllten Poren sich voll Wasser saugen und Hydrophan mit Wasser dasselbe Brechungsvermögen besitzt.

Die Erklärung, die hier von den Körperfarben gegeben ist, gilt jedoch nicht für alle Fälle, die Färbung einiger Substanzen ist auf andere Art zu erklären. Es wurde schon oben bemerkt, dass das an der Oberfläche reflektirte Licht zwar meist, aber nicht immer dieselbe Beschaffenheit hat wie das auffallende, einige Körper verändern das Licht bei der Reflexion. Sehr leicht ist dies zu sehen beim Gold und Kupfer. Das von einer glatten Goldfläche zurückgeworfene Licht ist deutlich gefärbt, ebenso färbt Kupfer das Licht. Noch auffallender ist die farbige Reflexion bei einzelnen Anilinfarben. So z. B. zeigt nach Stokes eine Farbe, die im durchgelassenen Licht blau erscheint, im reflektirten Licht einen bronzefarbenen Schimmer, eine rothe wird im reflektirten grün. Man lässt, um diese Erscheinung wahrzunehmen, Lösungen der Farben auf Glasplatten verdampfen. Die vorzugsweise reflektirte Farbe ist hierbei niemals dieselbe wie die durchgelassene, im Gegentheil es ist stets die Complementärfarbe, d. h. die von dem Farbstoff am stärksten absorhirt. Die Lösung der oben erwähnten rothen Anilinfarbe hat ein Absorptionsspek-

trum, in dem hauptsächlich der grüne Theil verdunkelt ist, und gerade die grüne Earbe wird an der Oberfläche des festen Farbstoffs reflektirt. Am auffallendsten tritt diese Beziehung beim hypermangansauren Kali hervor. Die frischen Krystalle zeigen von der Seite gesehen einen metallischen, bronzefarbenen Schimmer, d. h. sie reflektiren vorzugsweise Licht von dieser Farbe. Dies Licht hat, wie ich hier beiläufig bemerke, mit dem an metallischen Oberflächen reflektirten die Eigenschaft gemein, dass es unter keinem Winkel vollständig, wie von dem Glas, sondern stets nur partiell polarisirt wird, hypermangansaures Kali zeigt in Bezug auf die Reflexion metallische Eigenschaften. Das unter dem Polarisationswinkel reflektirte Licht liefert, nachdem es durch ein Prisma zerlegt ist, ein Spektrum, das nur aus vier hellen Linien und der Andeutung einer fünften besteht. Die hellen Linien stimmen ihrer Lage nach genau überein mit den dunklen Linien, die in dem Absorptionsspektrum einer verdünnten Lösung von hypermangansaurem Kali auftreten, die gerade für Lösungen dieses Stoffes charakteristisch sind und das bequemste Mittel bilden, hypermangansaures Kali von andern ähnlichen Körpern zu unterscheiden. Die Lösung absorbirt gerade die Strahlen von der Brechbarkeit, die der feste Körper an der Oberfläche reflektirt. Es ist hiemit klar bewiesen, dass die bei der farbigen Reflexion an der Oberfläche zurückgeworfenen Strahlen genau übereinstimmen mit denen, die im Innern des Körpers vorzugsweise absorbirt werden. Auch beim Gold finden wir dieselbe Beziehung. Sehr feine Blättchen lassen etwas Licht von grüner Farbe hindurch. Man kann sich nach Stokes eine Flüssigkeit herstellen, in der Gold in äusserst fein vertheiltem Zustand suspendirt ist. Die Farbe derselben ist blau. Es scheint demnach Gold vorzugsweise die grünen und blauen Strahlen hindurchzulassen und seine Färbung erscheint — wohl je nach der Stärke der durchstrahlten Schicht — grün oder blau. Ein Glas, auf dem durch ein besonderes Verfahren ein feiner Ueberzug von metallischem Kupfer hergestellt ist, erscheint tief Blau gefärbt. In demselben Sinne wie das hypermangansaure Kali violett und die oben besprochene Anilinfarbe roth ist, ist das Gold grün oder blau gefärbt und das Kupfer blau. Diese letzteren Farben sind (nach Stokes) als die wahren Farben von Gold und Kupfer anzusehen, wir sehen sie aber nur unter besonderen Umständen, da sie gewöhnlich durch das an der Oberfläche reflektirte Licht verdeckt werden.

Hält man einen rein weissen Körper in ein Sonnenspektrum, so zeigt er an jeder Stelle die Färbung der auf ihn fallenden Spektralfarbe. Anders ein farbiger Körper. Karmin erscheint schwärzlich in dem grünen und blauen Lichte und ist nur glänzend roth im rothen. Auf hochrothem Papier erscheinen meist die blauen und violetten Theile des Spektrums dunkel, auf mit Ultramarin gefärbtem dagegen die rothen und gelben. Dies war nach dem Vorhergehenden zu erwarten. Nur diejenigen Spektralfarben, aus denen die Farbe des Körpers zusammengesetzt ist, erscheinen hell und glänzend, der Körper muss ein dunkles Aussehen annehmen, wenn er von einer Farbe getroffen, die er in stärkerem Masse absorbiert. Er kann im einfarbigen Licht nur hell erscheinen, wenn die Farbe des Lichtes in seiner Farbe enthalten ist. In dem homogenen gelben Natriumlicht, das man erhält, wenn man Kochsalz in einer Weingeistflamme verbrennt, verschwinden alle Farben, man unterscheidet nur hell und dunkel. Alle Körper, deren Farben kein Gelb enthalten, werden dunkel, die übrigen — natürlich mit Einschluss der weissen — werden hell, und zwar um so heller, je mehr Gelb von der Färbung des Natriumlichtes sie enthalten.

Hiernach muss man erwarten, dass lebhaft orange oder rothgefärbte Körper, wie Quecksilberbijodid, Mennige, Chromorange in jedem anders gefärbten Licht zum grossen Theil oder ganz ihre schöne Farbe und ihren Glanz verlieren und braun oder schwarz erscheinen. Aber dies ist nach neueren Untersuchungen von Govi nicht der Fall. Setzt man diese Stoffe dem Licht des weissglühenden Natriumdampfes aus, so leuchten sie, statt dunkler zu werden, lebhaft gelb in der Farbe des Lichtes, das sie trifft, und verlieren jede Spur von Roth, ohne durch diesen Verlust merkbar verdunkelt zu werden. Chromorange, Quecksilberbijodid und Bleiweiss lassen sich im Natriumlicht kaum von einander unterscheiden, sie erscheinen sämmtlich lebhaft hellgelb. Zinnober und Quecksilberbijodid haben im gewöhnlichen Tageslicht nahezu dieselbe Farbe. Im Natriumlicht sieht der erstere Stoff dunkel, fast erdfarben aus, der letztere lebhaft gelb. Zinnober absorbiert Strahlen von der Farbe des Natriumlichtes vollkommen, Quecksilberbijodid ist gerade für diese ausserordentlich durchlässig. Beide erscheinen im Sonnenlicht fast gleich gefärbt, weil diesem die Strahlen von der Brechbarkeit des Natriumlichtes fehlen. Denn das Spektrum des letzteren besteht fast nur aus einer hellen gelben Linie, das

Spektrum der Sonne zeigt an der entsprechenden Stelle eine dunkle Linie, die sogenannte Frauenhofer'sche Linie D, da nach den Untersuchungen von Kirchhoff und Bunsen durch die in der Atmosphäre der Sonne und der Erde befindlichen Natriumdämpfe die Strahlen von der Brechbarkeit absorbiert werden, die das Natrium in glühendem Zustande ausstrahlt. Das Sonnenlicht zeigt uns daher nicht immer die wahren Farben der Körper, weil es nicht Strahlen von jeder Brechbarkeit enthält, weil in ihm die Strahlen fehlen, deren Platz auf dem Spektrum durch die Frauenhofer'schen oder die terrestrischen Linien bezeichnet wird. Die Farben, die wir im Tageslicht nicht sehen und die erst bei künstlicher Beleuchtung auftreten, nennt Govi die latenten oder verborgenen Farben der Körper. Wahrscheinlich finden sich solche Farben noch bei vielen anderen Stoffen, wenn auch die Erscheinungen nicht so auffallend sein werden, da gerade die Natriumlinie besonders intensiv ist und sich im hellsten Theil des Spektrums befindet. Es ist nicht unmöglich, dass man Stoffe findet, die schwarz oder fast schwarz im Sonnenlicht erscheinen und die im Licht von Zink, Lithium u. dergl. in schönen Farben glänzen.

Hiernach lässt sich die bekannte Thatsache erklären, dass viele Körper bei künstlicher Beleuchtung eine andere Farbe zeigen, als bei Tageslicht. Die Veränderung der Farbe ist wahrscheinlich eine Folge von zwei verschiedenen Ursachen. Das künstliche Licht ist einmal unvollkommener als das natürliche, weil in ersterem namentlich häufig die Strahlen von grösserer Brechbarkeit, die blauen und violetten, ganz oder theilweise fehlen. So zeigen im Gaslicht, im Lampenlicht, im elektrischen Glühlicht die gelben und rothen Strahlen ein entschiedenes Uebergewicht. Blaue Tinte erscheint am Abend schwarz, weil das Licht der Lampe die Strahlen nicht enthält, die die Tinte durchlässt. Auf der andern Seite ist das künstliche Licht als vollkommener anzusehen als das Tageslicht, weil in ersterem die Strahlen fast vollständig vorhanden sind, an deren Stellen im Sonnenspektrum die bekannten dunklen Linien auftreten. Dieser Umstand scheint nach den Untersuchungen von Govi einen wesentlichen Einfluss auf die Veränderung der Farbe auszuüben. Es ist klar, dass hiernach die oben besprochenen orangerothenen Stoffe im künstlichen weissen Licht weniger roth erscheinen müssen, als im Tageslicht. Die Frage nach der Färbung der Körper bei verschiedener Beleuchtung, die ja bei den mannigfachen Lichtquellen, die heut

zu Tage zur Anwendung gelangen, eine eminent praktische Bedeutung hat, ist indes bis jetzt wenig behandelt und wird jedenfalls noch zum Gegenstand weiterer Untersuchungen gemacht werden, bei denen auch die Govi'schen Resultate in Betreff der latenten Farben Beachtung finden müssen.

Beiträge zur Baum- und Strauchvegetation hiesiger Gegend.

Von Max Rüdiger.

(Schluss.)

98. *P. italica* Mch. Pyramiden-Pappel. Die schlanke Chaussee-Pappel scheint aus der Mode zu kommen, sie ist ausserdem fast überall krank und wird von künftigen Geschlechtern wohl nicht mehr Chaussee-Pappel genannt werden. Die Bäume in der Crossenerstrasse sind uns die nächsten, und wir können wohl kaum bei dem Hause No. 18 vorbei gehen, ohne unsern Blick auf den Baum mit dem grossen Wulst zu richten. Dieser masrige Auswuchs ist fast dreimal so dick als der Baum selbst. Die Pyramiden-Pappel hat die Eigenthümlichkeit, flügelartige Prozesse am Grunde des Stammes zu bilden. Diese Eigenschaft wird von denjenigen Autoren, welche sie nicht als blosse Abart von *P. nigra* gelten lassen wollen, hervorgehoben. Diese Pappeln werden durch Stecklinge vermehrt, und daher ist es nicht so wunderbar, dass sie hier, wo sie nur eingebürgert, sämmtlich männlichen Geschlechtes sind. Wohl hat es auch hier weibliche gegeben, der berühmte, hiesige, ehemalige Apotheker Bueck hat sie bezogen und angepflanzt, aber der Baum scheint verschwunden. Auch in Berlin hat ein Unstern über diesen Seltenheiten gewaltet: Bouché zog sie in seinem Garten, da, wo jetzt das Wallner-Theater steht; Alexander Braun sorgte dann für Auspflanzungen, die aber auch durch Bauten wieder der Vernichtung preisgegeben werden mussten. Jetzt wächst die weibliche italienische Pappel in wenigen Exemplaren in Scharfenberg bei Tegel und im botanischen Garten zu Berlin

Populus candicans Ait., Balsampappel. Auf dem Damm links von der Brücke, zwischen *P. nigra*, und auch in unseren Anlagen. Am ersten Tunnel in der Leipzigerstrasse rechts sechs Bäume. Ganz im Gegensatz zur Pyramiden-Pappel sind diese Bäume alle weiblich, die männliche Blüthe ist in Europa vollständig unbekannt; daher kommt es, dass die reiche Vermehrung durch Selbstaussaat eine Mittelform, *P. italica* × *candicans*, erzeugt hat. Ich habe zwar auf Bastarde in diesem Vortrage

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Helios - Abhandlungen und Monatliche Mittheilungen aus dem Gesamtgebiete der Naturwissenschaften](#)

Jahr/Year: 1890

Band/Volume: [7_1890](#)

Autor(en)/Author(s): Ludwig Ph.

Artikel/Article: [Ueber die Farben der Körper 149-156](#)