1. Die aus der Pflanze gezogenen Säfte erleiden durch die Wirkung der Luft eine Veränderung, durch welche sie giftig werden. In der That habe ich bemerkt, daß die Säfte jener drei Pflanzen, wenn man sie im frischen Zustande über Wasser oder Quecksilber in eine bestimmte Menge Luft einschließt, nach einigen Stunden den ganzen Sauerstoffgehalt derselben absorbiren, und ihn durch eine gleiche oder größere Menge Kohlensäure ersetzen. Uebrigens kommt diese Wirkungsweise dem Saft mehrerer andern von mir untersuchten Pflanzen zu.

2. Die giftigen und die eigentlich serösen Säfte sind bei den Giftpflanzen durch verschiedene Ordnungen von Canälen getrennt. Diese Annahme ist dem analog, was man bei den giftigen Schlangen wahrnimmt, und wovon auch das Pflanzenreich ähnliche Thatfachen darbietet. So hat bekanntlich Fabroni sich überzeugt, daß bei der Weintraube und andern gährungsfähigen Früchten, der Zucker und das Ferment sich in besonderen Gefäßen befinden, wodurch es erklärlich ist, weshalb die Gährung erst nach der Desorganisation der Frucht eintritt. Wäre diese Idee für die Giftpflanze angenommen, so müßte man den giftigen Saft als eine eigene Art von Zucker, d. h. als eine Secretion, betrachten.

XVI. *Ueber die Färbung der Blätter im Herbste;*
von Hrn. Macaire-Prinsep.

(*Biblioth. universell. T. XXXIX. p. 125.*)

Es giebt wohl Keinen, der nicht durch den Anblick der mannigfaltigen und glänzenden Farben, mit denen im Herbste so rasch das Laub sich schmückt, in Erstaunen und oft in Verwunderung versetzt worden wäre. Es scheint, als wolle die Natur, nachdem sie die Augen der Menschen, so lange die Sonne im vollen Glanze war,

durch einen sanften und beinahe gleichförmigen Farbenton geschont hat, die letzten ihr übrig bleibenden Momente unter Entwicklung ihrer ganzen Kraft benutzen, um der Landschaft die reichsten und verschiedenartigsten Farben zu ertheilen, und mit diesem glänzenden Schauspiel die Reihe der jährlichen Vegetationsphänomene zu beschließen. Diese so merkwürdige Veränderung hat natürlich die Aufmerksamkeit der Physiologen auf sich gezogen; allein fast alle haben sie nur im Vorbeigehn und in Verbindung mit einer andern Thatsache, nämlich dem Abfallen der Blätter, betrachtet, deren Erklärung ihnen weit wichtiger erschienen ist. So haben Mehrere, wie z. B. Hr. Lamarck, in dieser herbstlichen Färbung der Blätter nur einen krankhaften Zustand sehen wollen, und Senebier nur eine Verderbung oder Verringerung ihrer Nahrungssäfte, welche den Fall der Blätter durch Lähmung ihres oberen Netzes vorbereite. Es hat mir geschienen, daß diese beiden Phänomene unabhängig genug von einander seyen, um eine gesonderte Untersuchung zu verlangen, und, obgleich man im Allgemeinen nicht läugnen kann, daß dem Falle der Blätter häufig eine Veränderung ihrer Farbe vorausgeht, so giebt es doch eine große Zahl von Beispielen, wo die Blätter grün abfallen, und andere, wo sie ihre Farbe ändern, ohne abzufallen. Diese Unterscheidung ist einigermaßen wichtig, weil diese Farbenveränderung, wenn sie nur den Fall des Blattes herbeiführte, mit der Mehrzahl der Physiologen als ein anfangendes Absterben zu betrachten wäre, während, wie ich glaube, sie für eine Lebenserscheinung der Pflanze anzusehen ist, für eine Folge der continuirlichen Wirkung derselben Agentien, welche die übrigen Functionen der Pflanzen leiten. Die wenigen Thatsachen, welche in dieser Abhandlung angeführt werden, können vielleicht zur Bestätigung dieser Meinung dienen.

Wie Jedermann weiß, stellt sich die Farbenverän-

derung, welche Gegenstand unserer Untersuchung ist, gegen das Ende des Sommers oder im Laufe des Herbstes bei den Blättern ein. Wie verschieden die sich darbietenden Farbentöne auch seyn mögen, so kann man doch bis auf einige wenige Ausnahmen sagen, daß sie in gelbe oder rothe Nüancen übergehen, welche in dieser Jahreszeit die herrschenden Farben in der Landschaft sind. Diese Umwandlung wird indeß nicht augenblicklich sichtbar; gewöhnlich verschwindet die grüne Farbe stufenweise in dem Blatte, und viele Blätter, wie z. B. die der Acacie und des Aprikosenbaumes, fangen hie und da fleckenweise an gelb zu werden. Bei andern, z. B. bei den Birnbaumblättern, erhalten sich Flecke von schönem Grün lange Zeit auf einem orangefarbenen oder gelben Grunde. Einige, wie z. B. die Blätter von *Rhus Coriaria*, beginnen ihre Umänderung an den Rändern und vor allem an der Spitze. Die Rippen und die anliegenden Theile des Zellgewebes scheinen ihre grüne Farbe am längsten zu behalten. Ich habe zu bemerken geglaubt, daß die dunkelgrünen Blätter die rothe, und die hellgrünen die gelbe oder gelbliche Farbe annehmen. Die meisten Blätter, welche roth werden, gehen indeß durch das Gelb als eine Mittelstufe hindurch, wie man dieß beim *Rhus Coriaria* bemerken kann.

Einfluß des Lichts. Es ist leicht einzusehen, daß das Licht einen großen Einfluß auf die herbstliche Färbung der Blätter ausüben müsse, da bei den Blättern, welche sich im natürlichen Zustande theilweise bedecken, der bloß liegende Theil immer schneller und stärker als der andere gefärbt ist. Es handelt sich nun darum, zu ermitteln, ob die Erscheinung auch in der Finsterniß statt finde, wenn man entweder ganze Zweige oder Theile der Blätter gegen die Wirkung des Lichts in Schutz stellt. Ich habe nun immer gesehen, daß hiedurch die Farbenveränderung gänzlich verhindert wird. Wenn das ganze Blatt im Finstern gehalten worden war, so fiel es grün

ab; war es aber nur zum Theil geschützt, so färbte sich der Rest des Zellgewebes, und der bedeckte Theil behielt seine ursprüngliche Farbe. Ich habe mich ausserdem überzeugt, dafs das Licht im ganzen Laufe der Erscheinung nöthig ist, denn wenn ich Blätter oder Theile derselben, welche, wie beim *Rhus Coriaria*, vor der Röthung gelb sind, gegen das Licht schützte, so fiel das Blatt gelb ab, oder der bedeckte Theil behielt diese Farbe, während dafs Uebrige sich röthete. Diefs beweist, dafs die Wirkung des Lichts bei allen Stufen der Färbung nöthig ist.

Wirkung der Atmosphäre. Jedermann kennt die wichtige Thatsache, deren Beweis wir besonders den schönen Untersuchungen unseres berühmten Collegen, des Hrn. Prof. Th. v. Saussure, verdanken, dafs die grünen Theile der Pflanzen, während der Nacht, eine nach der Pflanzengattung veränderliche Menge Sauerstoff absorbiren, und dafs sie eine gewisse Menge dieses Gases aushauchen, wenn man sie im Quellwasser dem Sonnenlichte aussetzt. Begierig zu erfahren, welche Abänderung die herbstliche Färbung der Blätter in dieser Erscheinung hervorbringe, habe ich mehrere Reihen von Versuchen angestellt, und dabei so sorgfältig wie möglich die Angaben des Hrn. de Saussure befolgt. Ich habe mich zunächst überzeugt, dafs die bereits gefärbten Blätter kein Sauerstoffgas im Sonnenlicht entwickeln; eine Thatsache, welche, wie ich hernach erfuhr, schon von Senebier entdeckt worden ist. Im Verfolge meiner Untersuchungen habe ich gefunden, dafs die Blätter mit ihrer Entwicklung von Sauerstoffgas im Sonnenlichte aufhören, sobald sie entweder schon zum Theil gefärbt sind, oder auf dem Punkte stehen, ihre Farbe zu verändern, auch dann, wenn sie dem Auge noch ganz grün erscheinen. Eben so habe ich durch eine grofse Anzahl von Versuchen, deren Detail ich mich hier überhoben glaube, gefunden, dafs die Blätter, welche in dem Hinneigen zur

herbstlichen Färbung bis auf denselben Punkt gelangt sind, fortfahren, während der Nacht Sauerstoff einzusaugen, und zwar in stets abnehmender Menge, in dem Maße als die Färbung vorschreitet. Diefes erlaubt den Schluß, daß die Farbenveränderung von der Fixirung dieses Sauerstoffs in dem Farbstoffe des Blattes herrührt.

Von dem Farbstoffe der Blätter. Vor einigen Jahren fanden die HH. Pelletier und Caventou an der grünen Substanz der Blätter besondere Eigenschaften auf, und sie stellten sie deshalb unter dem Namen der *Chlorophyle* unter die näheren Producte des Pflanzenreichs. Da diese Substanz der Sitz der Farbenabänderungen der Blätter zu seyn schien, so mußte sie der Gegenstand meiner Untersuchungen werden. Nachdem ich die Eigenschaften derselben, welche ich sogleich anführen werde, auf's Neue studirt hatte, beieferte ich mich die entsprechende Substanz der durch den Einfluß des Herbstes gelb oder roth gefärbten Blätter zu untersuchen. Um die Chlorophyle zu erhalten, ließen die HH. Pelletier und Caventou Alkohol auf das Pflanzenmark wirken; allein ich fand, daß man, wenn man mit Blättern arbeite, sie zuvor mit Aether kochen müsse, um ihnen das Wachs und Fett, welches sie fast immer enthalten, zu entziehen.

Behandelt man die gelb gewordenen Blätter des Pappelbaums (*Populus fastigiata*) siedend mit Schwefeläther, so nimmt dieser eine schwache gelbe Farbe an, und setzt beim Erkalten eine pulverige Substanz ab, welche alle Eigenschaften des Waxes besitzt. Durch Verdampfung des Aethers bekommt man eine fette, starre, weiße und bei gelinder Wärme schmelzbare Substanz, welche einen starken Pappelgeruch besitzt und beim Erhitzen einen scharfen stechenden Dampf ausstößt. Die nämliche Substanz findet sich auch in den grünen Blättern.

Der Rückstand der gelben Blätter wurde mit einer hinlänglichen Menge Alkohols von 40° B. gekocht, wo-

durch dieser eine schöne gelbe Farbe annahm und die Blätter die ihrige verloren. Diese Lösung, mit Wasser gemischt, trübte sich anfangs nicht; allein bald schieden sich gelbliche Flocken aus, die ein harziges Ansehen hatten. Als ein wenig Alaunlösung und darauf Aetzkalklösung hinzugesetzt wurde, schlug sich ein schön orangegelber Lack nieder.

Bei gelinder Wärme verdampft, setzte der alkoholische Auszug der gelben Blätter eine starre durchscheinende orangegelbe Substanz ab, die einen krautartigen Geschmack besaß, in der Wärme zusammenbackte, in Alkohol und Aether mit gelber Farbe löslich war, sich im kalten Wasser nicht, aber in verdünnter Säure bei Erwärmung ein wenig löste, und auf dem Feuer erstlich schmolz, dann aufkochte, und nun einen angenehmen Geruch nach einem verbrannten Pflanzenstoff aushauchte. Mit verdünnter Salpetersäure erhitzt, schwoll die gelbe Substanz auf, löste sich dann, und ließ einen gelblich-weißen Rückstand, welcher, mit Wasser behandelt, keine Anzeigen von zugegeneyender Oxalsäure gab.

Alle diese Eigenschaften, bis auf die Farbenabänderungen, besitzt auch die grüne Substanz, welche man nach demselben Verfahren aus den noch grünen Blättern desselben Baumes zieht. Die Verschiedenheiten zwischen diesen beiden Substanzen bestehen einerseits darin, daß die grüne in fetten und ätherischen Oelen löslich, die gelbe dagegen in diesen Flüssigkeiten unlöslich ist, und dann in der Wirkung der Säuren und Alkalien.

Das gelbe Harz wird nämlich durch längeres Liegen in Alkalien, selbst in der Kälte, wieder grün, und Erwärmung beschleunigt diese Umwandlung. Es ist dann durchaus der Chlorophyle ähnlich, und wird, wie diese, in Oelen löslich. Andererseits nimmt die Chlorophyle durch alle Körper, welche, wie die Säuren, Sauerstoff fahren lassen, oder durch Anwendung der Mittel, welche, wie Berührung mit der Luft, Erwärmung u. s. w., die Ver-

bindung mit Sauerstoffgas befördern, eine gelbe oder rothe Farbe an; so dafs das Harz aus den Blättern, welche die herbstliche Färbung erlitten haben, nichts anders als das grüne Harz zu seyn scheint, welches eine Oxydation oder eine Art von Säuerung erlitten hat.

Wenn man ein gelbes Blatt von einem beliebigen Baume einige Zeit in Kali liegen läfst, so wird es wieder schön grün, ohne sonst eine merkliche Veränderung zu erleiden; Ammoniak und alle übrigen Alkalien bewirken dasselbe. Ein grünes Blatt dagegen, welches in eine Säure gelegt ist, wird bald gelb oder roth, und Kali stellt die grüne Farbe wieder her.

Es war unmöglich den Namen Chlorophyle für eine Substanz beizubehalten, welche nicht allein nicht immer grün ist, sondern auch, wie ich bald anführen werde, selbst anderswo als in Blättern vorkommt. Ich hatte deshalb das Wort *Phytochrom* erdacht, als Hr. Prof. de Candolle mir sagte, dafs er gleichfalls eine neue Benennung für zweckmäfsig gehalten, und den Namen *Chromule* gewählt hätte. Diesen habe ich dann für die Folge in dieser Abhandlung angewandt.

Wenn man die rothgewordenen Blätter vom Sumach (*Rhus Coriaria*) oder vom Pappelbaum siedend mit Alkohol von 40° B. behandelt, so färbt sich die Flüssigkeit schön blutroth, und beim Erkalten setzt sie eine harzige Substanz ab, die durch Alkalien schön grün wird. Da man die grüne Chromule durch eine gelbe Nüance hindurchgehen sieht, ehe sie zum Roth gelangt, so mufs man natürlich daraus schliessen, dafs die letztere Farbe mit einer höheren Oxydation verbunden sey. Es geht aus diesen Thatsachen hervor, dafs man die Farbenveränderung, welche die Chromule der Blätter im Herbste erleidet, durch eine Fixirung neuer Portionen von Sauerstoff, welcher fortwährend absorbirt, aber nicht ausgehaucht wird, leicht erklären könne. Diese Absorption bewirkt in der Chromule allmälige Farbenveränderungen,

ohne dafs dadurch die übrigen Eigenschaften derselben merklich geändert werden. Hiedurch erklärt man auch leicht die Erscheinungen bei gewissen Blättern, wie z. B. den von *Arum bicolor*, welche drei Farben, nämlich Roth, Gelb und Grün, zugleich darbieten; ferner bei den von *Tradescantia discolor*, welche an der untern Seite schön roth, auf der oberen dagegen grün sind; wirklich kann man aus diesen verschiedenen Theilen eine verschiedenen gefärbte Chromule ziehen, und die gelbe und rothe geht durch Einwirkung von Kali in die grüne über.

Nachdem ich gefunden hatte, dafs der Färbestoff der Blätter durch sehr geringe Abänderungen eine grüne, rothe oder gelbe Farbe und deren Mischungen annehmen kann, so wurde es von Interesse, zu untersuchen, ob man nach der Analogie, die, wie durch die Beobachtungen der Botaniker erwiesen ist, zwischen den verschiedenen Organen der Pflanzen, z. B. den Blättern, Kelchen, Blumenkronen und ihren Dependencien, stattfindet, auch in den Blumen den Farbestoff der Blätter auffinden könne.

Es war zuvörderst leicht, in den Kelchen die grüne Chromule der Blätter wieder zu finden. Als ein Mittel ding zwischen Kelch und Blumenkrone nahm ich die gefärbten Kelchblätter von *Salvia Splendens*; ich zog daraus, mittelst Alkohol, eine schön rothe harzige Substanz, welche alle Eigenschaften der Chromule in den Blättern besafs, wie diese durch Alkalien grün, durch Säuren roth wurde und in Oelen unlöslich war. Als ich darauf zu den Blumenblättern der *Salvia Splendens* überging, und den die Blumen tragenden Stiel, welcher wie diese roth ist, nahm, erhielt ich das nämliche Product. Die Blumenblätter der rothen Geranien, der bengalischen Rosen, der Atern u. s. w., gaben bei gleicher Behandlung als Färbestoff die rothe Chromule, und die Blumen blieben halbdurchsichtig und farblos zurück. Alle gelbe Blumen, welche ich untersuchen konnte, gaben mir eine eben so gefärbte Chromule, die durch Alkalien grün wurde.

Die weissen Blumen, wenigstens die geringe Zahl derselben, deren Anschaffung die vorgerückte Jahreszeit mir erlaubt hat, scheinen eine schwach gelbliche Chromule zu enthalten, deren Farbe durch einen natürlichen Proceß, der noch später untersucht werden muß, abgeändert ist. Die röthlichblauen Blumen, wie z. B. die von Levkoje, gaben anfangs eine rosenrothe und darauf eine purpurfarbene Tinktur, und hinterliessen einen schön violett gefärbten Rückstand. Die schön blauen Blumen von *Viola odorata* gaben auf gleiche Weise eine schön blaue Substanz, ziemlich ähnlich der vorhergehenden. Diese Substanz wird grün durch Alkalien und roth durch Säuren, ist löslich in kaltem Wasser, und läßt sich im pulverigen Zustand aufheben, wenn man die Farbe der Viole erhalten will. Da man argwöhnen könnte, daß sie das Resultat einer Verbindung der rothen Chromule mit einem Pflanzenalkali wäre, so versuchte ich, sie durch eine künstliche Verbindung dieser Art nachzuahmen. Ich rieb daher eine kleine Menge eines Pflanzenalkali's, z. B. von *Quinine*, *Strychnine* u. s. w., mit der rothen aus ähnlich gefärbten Blättern gezogenen Chromule zusammen, und fand, daß dies Gemenge in kaltem Wasser löslich war, nicht mehr die harzige Beschaffenheit der Chromule besaß, und eine bläulichgrüne Farbe hatte, eine so ausgezeichnete, als ich von einem von den natürlichen Processen so entfernten Versuch nur erwarten konnte. Dies Gemisch wurde mit Säuren roth und durch Alkalien wieder bläulich, ganz wie es bei der blauen Pflanzen-Tinktur der Fall war. Ammoniakdunst ertheilt gleichfalls der rothen Chromule eine bläuliche Farbe, allein in der Wärme und an der Luft verdampft das Gas, und die rothe Farbe kommt wieder zum Vorschein.

Es scheint mir, als könne man aus diesen That-
sachen schliessen, daß die blauen und violetten Blumen
als Färbestoff eine Verbindung der rothen Chromule mit
ei-

einem Pflanzenalkali enthalten, und werde, sobald es die Jahreszeit erlaubt, diesen Schlufs durch eine Analyse zu unterstützen suchen.

Im vergangenen Frühjahr hatte ich Gelegenheit mehrere Abarten von der Ackeley (*Aquilegia vulgaris*) zu untersuchen, unglücklicherweise bevor ich mich mit den Versuchen beschäftigte, die Gegenstand dieser Abhandlung sind. Diese eigentlich blaue Blume geht leicht in Roth über und durchläuft dabei die Mittelstufen. Die blauen und die rothen Blumen geben bei Behandlung mit Wasser oder mit Alkohol sicherlich neutrale Tinkturen, vielleicht gar alkalische im ersten Fall, und entschieden saure im zweiten. Ich habe sogar bemerkt, dafs die rothen Blumen Essigsäure an die angewandten Flüssigkeiten abgaben.

Fafst man die in dieser kurzen Arbeit erwähnten Thatsachen zusammen, so glaube ich folgende Schlüsse aus ihnen ziehen zu können.

1. Alle farbigen Theile der Vegetabilien scheinen eine besondere Substanz, die *Chromule*, zu enthalten, die durch geringe Umstände ihre Farbe verändert.

2. Die Farbenveränderung der Blätter im Herbst rührt von einer Fixirung des Sauerstoffs und einer Art von Säuerung her.

XVII. *Ueber die Wirkungen zwischen Gold und Silber im starren Zustande, und die Legirungen von Gold und Platin.*

Im vorigen Bande dieser Annalen, S. 576., wurde als eine von Hrn. James Prinsep, Wardein an der Münze zu Benares, gemachte Erfahrung mitgetheilt, dafs sich Gold und Silber bei längerer Berührung in gewöhnlicher Temperatur mit einander legirt hätten. Diese Nachricht ward