I. *Ueber den Proceß des Sehens und die Wirkung des Lichts auf alle Körper;*
von Ludwig Moser.

In unserer Zeit, wo mannichfache Untersuchungen über die Wirkungen des Lichts auf die Oberflächen gewisser Substanzen angestellt werden — Wirkungen, welche man chemische nennt, und schwerlich lange noch so nennen wird — dürfte die Frage zur Sprache kommen: ist es vielleicht eine ähnliche Wirkung, welche die Retina vom Licht erleidet? Ist der optische Nerv der Leiter für die Schwingungen des Lichts, oder leitet er das Gefühl seiner materiellen Wirkungen zum Centralorgan? Ich glaube, es lassen sich viele Erscheinungen beim Sehen nicht wohl mit der ersteren Vorstellung vereinigen, und sie werden leicht verständlich, wenn man materielle Wirkungen zugesteht. Um nur eines vorläufig anzuführen, mache ich auf den Einfluß aufmerksam, den die *Zeit* bei dem Proceß des Sehens spielt, in der Art, daß die äußeren Objecte nicht instantan wahrgenommen werden, daß die Farbe derselben von der Zeitdauer der Betrachtung abhängt, daß endlich die gesehenen Objecte nicht mit diesen verschwinden, sondern eine mehr oder weniger lange Zeit im Auge noch vorhanden sind. Ich werde in dem Folgenden versuchen, die Analogie der Wirkung des Lichts auf die Retina mit der auf andere Substanzen, die man jetzt zu studiren anfängt, so weit als möglich zu verfolgen, ohne dabei auch nur einen Schritt weiter zu gehen, als den meine vielfältigen Untersuchungen zu machen berechtigen. Denn ich verhehle es mir nicht, daß

man dem Gegenstande, den ich zur Sprache bringe, von vorn herein nicht sehr geneigt seyn dürfte, daß ein starkes Vorurtheil der Behauptung sich widersetzen möchte, daß das Licht auf der Retina materielle Veränderungen hervorbringe, und wären sie auch so unbedeutend, als ich zu zeigen hoffe, daß sie wirklich sind. Diese Lage der Sache gebietet die möglichste Vorsicht; allein sie kann mich nicht bestimmen eine Ansicht zurückzuhalten, die mir nach reiflicher Ueberlegung wohl begründet zu seyn scheint.

Zunächst mögen folgende drei Sätze bewiesen werden: 1) die violetten und blauen Strahlen des Lichts sind nicht ausschließlich die chemisch wirkenden, oder wenn man leuchtende und chemische Strahlen im Licht unterscheiden will, so sind in den am meisten brechbaren Strahlen des Spectrums die chemischen Strahlen nicht ausschließlich enthalten; 2) es ist nicht nothwendig, und in den am besten beobachteten Erscheinungen sogar bestimmt nicht der Fall, daß das Licht eine materielle Trennung von chemisch verbundenen Substanzen bewirke. Die Wirkungen des Lichts sind vielmehr der Art, daß sie sich, wie ich zeigen werde, auf völlig andere Weise nachahmen lassen, wobei dann der Begriff einer chemischen Zersetzung gänzlich ausgeschlossen wird; 3) auch die anhaltendste Wirkung des Lichts scheint nur die äußerste Oberfläche der Substanzen zu afficiren, und selbst die für gewöhnlich so äußerst dünne Jodsilberschicht keinesweges zu durchdringen.

Es ist klar, daß wenn diese drei Behauptungen bewiesen worden, die stärksten Einwendungen gegen die neue Ansicht beseitigt seyn würden. Während nämlich auf das Auge alle Farben einwirken, so glaubt man gewöhnlich, daß auf die übrigen, für das Licht empfänglichen Stoffe nur bestimmte einzelne Farben, und zwar hauptsächlich das Violett und Blau, von Einfluß seyen. Ich werde diesen Einwand nicht durch die Bemerkung

widerlegen (die es gut seyn mag in anderen Fällen im Gedächtniß zu behalten), dafs wir den Effect des Lichts vor's erste nur bei sehr wenigen Substanzen kennen, bei denen derselbe gerade augenscheinlich gemacht werden kann; dafs das Licht auf sehr viele andere Substanzen, vielleicht auf alle wirken mag (man sehe das Ende dieses Abschnitts), und dafs darunter leicht einige seyn mögen, die von allen Farben afficirt würden. Diese Berufung auf Unkenntniß ist in sofern nicht nöthig, als das Silberjodid in der That von allen Farben eine eigenthümliche Lichtwirkung erfährt, ja dafs, wie ich zeigen werde, es einen Zustand dieses Körpers giebt, worin alle Farben zugleich von gleicher Wirkung auf dasselbe sind. Die Sätze ad 2 und 3 belehren dann, wie gering die Veränderungen sind, welche das Licht hervorbringt; bei anhaltender Wirkung mögen dieselben bedeutender werden, allein das spräche gerade für die aufgestellte Ansicht. Denn die anhaltende Fixirung eines Gegenstandes, die dem Auge stets so schwer wird, zeigt in ihren bekannten Nachwirkungen, dafs die Veränderungen auf der Retina auch so ganz unbedeutend nicht seyn können, da sie nach den Umständen Minuten, Stunden, ja Tage und Monate braucht, um auf ihren normalen Zustand zurückzukehren.

Ehe ich an die Versuche gehe, will ich ein Wort über die Art und Weise sagen, wie man sie am besten anstellt. Es scheint anfangs bequemer sich der empfindlichen Papiere und eines verfinsterten Zimmers zu bedienen; man wird jedoch bald finden, dafs diese Art nicht die brauchbarste sey. Man erhält keine entscheidenden Resultate, und bleibt, mindestens in Bezug auf die feineren Phänomene, stets ungewifs. Das einzig zweckmäßige Verfahren, welches so oft angewandt werden sollte als es angeht, ist das von Daguerre. Seine Vorschriften sind auf ein vollendet artistisches Bild calculirt, und genügen diesem Zweck vollkommen, mit Ausnahme der

Jodirung des Silbers, für welche er unzweckmäßige Apparate angegeben hat. Wenn es sich um physikalische Versuche handelt, so kann man von den strengen Vorschriften mitunter viel ermäßigen; allein man wird doch nicht gut thun, den Zweck, vollkommene Bilder zu erhalten, ganz außer Augen zu lassen. Es ist übrigens nicht meine Absicht, mich hier auf diesen Gegenstand weiter einzulassen; ich werde nur eine brauchbare Vorrichtung zum Jodiren beschreiben, damit man die nachfolgenden Versuche leicht wiederholen könne.

Auf den Boden eines etwa 1 Zoll hohen, und im Uebrigen der Größe der Silberplatten entsprechenden, Kastens, aus welcher Substanz man wolle, befestige man eine, mit irgend einem wollenen Zeuge überzogene Glastafel, und richte eine zweite ganz gleiche ein, die erste damit zu bedecken. Zwischen beide Glasplatten streue man etwas Jod, welches sehr bald die ganze Masse des Zeugs durchziehen und schwarz färben wird. Dabei verhindern die beiden Glastafeln das Entweichen des Jods, und man hat selten nöthig etwas nachzustreuen. Legt man nunmehr die Silberplatte über die untere Glastafel, so erhält man eine gleichmäßige Schicht goldgelben Silberjodids, und, was die Hauptsache ist, in einer wenig veränderlichen Zeit, wenn die Temperatur sich nicht auffallend ändert. Bei meinem Apparat dauert z. B. das Jodiren stets 60 bis 70 Secunden. Das, was in Paris über die Nothwendigkeit metallischer Ränder, um eine gleichmäßige Jodsicht zu erhalten, behauptet worden, wäre eben so unerklärlich als es in der That unbegründet ist; man kann vielmehr die Silberplatte für sich allein, oder wie man es sonst für gut findet, den Joddämpfen aussetzen.

Zu vielen Versuchen ist es wünschenswerth, die Empfindlichkeit des Jodsilbers zu steigern, und hierzu scheint Chlorjod die beste Substanz zu seyn. Wenn man es auf folgende Weise bereitet und anwendet, so

wird man das nicht bestätigen, was von vielen Seiten über die Unsicherheit dieser Substanz behauptet wird. In eine Flasche mit möglichst großer Oeffnung, welche durch einen Glasstöpsel wohl zu verschließen ist, thue man eine kleine Quantität Jod, und setze diese Flasche offen in eine größere, worin Chlorkalk befindlich ist. Man gieße etwas Schwefelsäure in den Chlorkalk, verschließe die größere Flasche und lasse sie 1 bis 3 Tage stehen; man wird dann in der kleinen Flasche eine von den beiden Verbindungen des Chlors und Jods, die feste oder flüssige, oder auch beide zugleich haben. Wenn man nun die Silberplatte, nachdem sie dem Jod ausgesetzt worden, 20 oder 30 Secunden über dieses Chlorjod bewegt, so wird sie Bilder in einigen Secunden liefern, und zwar wenn die Intensität des Lichts sich nicht ändert, stets in derselben Zeit, so daß keine Unsicherheit vorhanden ist.

Wenn man eine jodirte Silberplatte gehörige Zeit der Lichtwirkung in einer Camera obscura aussetzt, so erhält man bekanntlich ein Bild, welches sich dadurch auszeichnet, daß die hellen Parthien dunkel, die in der Wirklichkeit dunkeln auf dem Bilde hell erscheinen, indem an den Stellen, wo das Licht nicht wirkte, das Jodsilber seine ursprüngliche hellgelbe Farbe behält. Diese Art von Bildern, welche artistisch ganz unbrauchbar sind, werde ich in der Folge »negative« nennen, wie Herschel es vorgeschlagen.

Die Entdeckung Daguerre's besteht nun darin, daß noch ehe dieses negative Bild entstanden, zu einer Zeit also, wo auf der jodirten Silberplatte noch keine Art von Wirkung wahrzunehmen ist, eine Wirkung doch schon stattgefunden hat, in der Art, daß die vom Licht getroffenen Stellen die Eigenschaft erhalten haben, die Quecksilberdämpfe niederzuschlagen. Es interessirt hier vorerst das Factum, daß das Licht im Jodsilber Modificationen hervorbringen könne, die man ohne besondere

Hilfsmittel nicht wahrnimmt, und in dieser Beziehung führt die schöne Entdeckung des jüngeren Becquerel noch einen Schritt weiter. Wenn die Quecksilberdämpfe von dem Jodsilber condensirt werden sollen, so erfordert das eine Einwirkung des Lichts während einer gewissen Zeit; gönnt man dem Licht diese Zeit nicht, so schlagen sich nachher keine Quecksilberdämpfe nieder, und es könnte wiederum scheinen, als wenn das Licht noch von keiner Wirkung gewesen sey. Allein Becquerel legt eine solche Platte unter einem rothen Glase in die freie Sonne, und erhält dann, wenn dies nicht zu lange geschieht, das positive Bild in den Quecksilberdämpfen, und wenn die Silberplatte länger unter dem rothen Glase liegt, das negative. Hieraus folgt also, daß, obgleich die Camera obscura nur sehr kurze Zeit gewirkt, ihre Wirkung auf dem Jodsilber doch schon vorhanden gewesen seyn muß; denn die rothen Strahlen setzen diese Wirkung fort.

Von der Vorstellung ausgehend, daß die chemischen Wirkungen des Lichts mit den violetten und blauen Strahlen verbunden seyen, sieht Becquerel die angeführte Thatsache an, als werde durch sie die Existenz zweier verschiedenartiger chemischer Strahlen nachgewiesen, und als habe man zu unterscheiden:

- 1) anregende Strahlen, *rayons excitateurs*,
- 2) fortwirkende Strahlen, *rayons continueurs*.

Zu den ersteren würden dann die violetten und blauen, zu den letzteren die rothen und auch die gelben gehören.

Ich habe diese Versuche im Allgemeinen bestätigt. Wenn an einem Tage die Platte 8 Minuten in der Camera obscura bleiben mußte, um nachher in den Quecksilberdämpfen ein richtiges Bild zu geben, so nahm ich sie schon nach 1 oder $\frac{1}{2}$ Minute heraus, legte sie 2 Minuten lang unter dem rothen Glase in die freie Sonne,

und erhielt dann in den Quecksilberdämpfen das richtige Bild. Ich gebe diese Zeiten beispielsweise, da sich keine allgemeinen Regeln darüber werden aufstellen lassen, und füge nur hinzu, daß wenn ich die Wirkung der Camera obscura gar zu bald unterbrach, ich nachher kein Bild erhielt, obgleich meine rothen Gläser wenig violette und blaue Strahlen durchliefsen. Lag die Platte etwas länger unter dem rothen Glase, dann entstand ein negatives Bild, und diesen Umstand wendet man oft mit Vortheil an, sich von der Existenz einer Lichtwirkung auf dem Jodsilber zu überzeugen, ohne daß es nöthig wäre Quecksilberdämpfe zu Hülfe zu nehmen.

Sehr verschieden hiervon wirken die *gelben* Gläser. Ich besitze deren, welche beim Durchsehen ein reines Gelb zeigen, und andere, welche in's Röthliche spielen. Die letzteren wirken wie die rothen Gläser, nur lassen sie viel weißes Licht durch, welches das Jodsilber schwärzt. Nimmt man von den rein gelben Gläsern, bedeckt damit eine jodirte Silberplatte, welche so ziemlich die richtige Zeit in der Camera obscura gelassen worden, und legt sie in die Sonne, so sieht man eine merkwürdige Erscheinung. Während die Platte anfangs noch kein Bild zeigte, entsteht nun rasch ein negatives Bild, dieses verschwindet und in etwa 10 bis 15 Minuten ist ein *positives* Bild da, d. h. ein solches, wo die hellen Parthien des Objects hell, die dunkeln dunkel erscheinen. Unter dem gelben Glase erhalten diese positiven Bilder immer einen schwärzlichen Ueberzug; dieß abgerechnet, sind sie jedoch von vollkommener Schärfe und Deutlichkeit.

Während ich mit rothen Gläsern, selbst bei der anhaltendsten Wirkung der Sonne, niemals ein solches positives Bild habe entstehen sehen, erhält man dasselbe durch *grüne* Gläser sehr gut, wenn auch nicht so rasch als durch die gelben.

Fasst man diese Thatsachen zusammen, die ich gleich anders darstellen werde, so kommt man zu folgender An-

sicht über die Wirkung der einzelnen Farben des Lichts, die von der Becquerel's sehr verschieden ist. Auf das gewöhnliche Silberjodid wirken nur die violetten und blauen Strahlen; sie verändern dasselbe, wiewohl anfangs so wenig, daß es nicht wahrgenommen werden kann. Daß wirklich eine Veränderung stattgefunden, obgleich das Jodsilber noch seine gelbe Farbe behalten hat, beweisen die Quecksilberdämpfe. In dieser Veränderung des Silberjodids kann man zunächst zwei Stufen unterscheiden. In der ersten derselben ist das Jodid so modificirt, daß nunmehr die rothen und orangenen Strahlen so gut als die blauen und violetten darauf wirken. Die gelben Strahlen wirken dann noch nicht; denn nimmt man die Platte zu früh aus der Camera obscura, so vermögen die gelben Gläser keine Wirkung hervorzubringen. In der zweiten Stufe der Veränderung wirken nun auch die gelben und grünen Strahlen. Diefes ist ungefähr der Moment, wo das veränderte Silberjodid die Eigenschaft hat, die Quecksilberdämpfe niederzuschlagen. In diesem Moment also wirken *alle* Farben auf das Silberjodid, und es wäre schon deshalb nicht richtig, von ausschließlichs chemisch wirkenden Strahlen im Spectrum zu sprechen. Das Folgende wird diese gewöhnlich angenommene Behauptung noch stärker widerlegen.

Die Wirkung der violetten, blauen und später auch der übrigen Strahlen geht dahin, das gelbe Silberjodid zu schwärzen. Ist dieser Zustand eingetreten, dann hat die Wirkung dieser Strahlen ihr Ende erreicht, das geschwärzte Silberjodid wird von ihnen gar nicht weiter afficirt. Man ist über diesen schwarzen Stoff nicht einig; einige halten ihn für reines Silber, einige für eine verschiedene Verbindung des Silbers mit dem Jod, für ein Silberjodür, ja es ist die Meinung ausgesprochen worden, das Silberjodid werde durch die anhaltende Wirkung des Lichts nur isomer verändert, welche Meinung ich für die wahrscheinlichste halte. Daß dieser schwarze Stoff kein reines Silber seyn könne, wird später noch besser ge-

zeigt werden. Hier genügt die Thatsache, daß die gelben Strahlen aus dem negativen Bilde ein positives machen, das geschwärzte Silber also wieder entfärben, um zu beweisen, daß dasselbe kein reines Silber seyn werde, bei dem eine solche Wirkung nicht zu beobachten ist. Uebrigens wäre es wünschenswerth genug, diesen eigenthümlichen Stoff genau kennen zu lernen. Da nun, wie schon bemerkt, die violetten, blauen, rothen und orangenen Strahlen auf das geschwärzte Silber gar nicht weiter wirken, die gelben und grünen Strahlen aber wohl, so hat man wiederum keinen Grund, von der vorzugsweise chemischen Wirkung der einen Gruppe von Strahlen gegen die andere zu sprechen, und hiermit ist die Behauptung ad 1 zu Anfang dieses Abschnitts, wie ich glaube, schon hinlänglich bewiesen.

Wenn man das Vorangehende erwägt, so sieht man leicht ein, daß, um die *eigenthümliche* Wirkung der gelben und grünen Strahlen zu untersuchen, es keiner gefärbten Gläser bedarf; denn diese Wirkung fängt erst dann an, wenn die übrigen Strahlen ihre Wirksamkeit verloren haben. Man kann also mit weißem, unzersetztem Licht, oder mit dem reinen Licht der Sonne operiren, und dann wird man zu folgenden frappanten Versuchen geführt, die man leicht genug bestätigen wird.

Eine jodirte Platte wurde in die Sonne gelegt, bis sie geschwärzt worden, welches rasch geschieht. Hierauf wurde sie zur Hälfte vor der Sonnenwirkung geschützt und liegen gelassen; schon nach wenigen Minuten sah man, daß die unbedeckte Hälfte auffallend heller geworden war, als die bedeckte. Diese Entfärbung dauert einige Zeit, und am Ende wird die vorher schwarze Platte im reflectirten Licht grünlich-gelblicht. Diese Wirkung rührt von den gelben und grünen Strahlen der Sonne her, und so ergibt sich also, daß das Sonnenlicht, ununterbrochen auf gelbes Silberjodid wirkend, dasselbe erst dunkel macht und dann wieder entfärbt.

Eine jodirte Silberplatte wurde in der Sonne ge-

schwärzt, bis die Schwärzung nicht mehr zunahm, und hierauf in eine Camera obscura gebracht, die auf Häuser gerichtet war. Nach 24 Stunden wurde sie herausgenommen, und zeigte nun, wie zu erwarten stand, ein richtiges *positives* Bild mit dem gewöhnlichen Detail. Die hellen Parthien des Objects hatten im Bilde eine stahlgraue Färbung, die dunklen waren schwarz.

Folgender Versuch ist sehr überraschend, obgleich leicht aus der besprochenen Wirkung der gelben und grünen Strahlen zu erklären. Man jodire eine Silberplatte, bringe sie an einem Tage, an welchem die Sonne scheint, in die Camera obscura, und lasse sie eine halbe, eine ganze Stunde oder länger darin, so daß ein stark ausgeprägtes negatives Bild entstehe. Jetzt lege man die Platte in die freie Sonne, und man wird ein schönes Phänomen sehen. Nach einigen Minuten verschwindet das negative Bild und es entsteht ein eben so starkes positives, in welchem die hellen Parthieen bläulichgrün und die dunklen rothbraun sind.

Man sieht aus allen diesen Versuchen, daß die Frage, welche Farbe des Lichts chemisch wirken werde, in abstracto nicht zu beantworten ist; wie das durch das gelbe Silberjodid und durch das geschwärzte gründlich genug gezeigt wird. Wir kennen nun in dieser Beziehung bis jetzt wenig Stoffe, und es muß daher vorläufig unentschieden bleiben, ob die für die Einwirkung des Lichts auf das Silberjodid gefundene Gesetze allgemein seyen, mit Differenzen freilich, was diese oder jene Farbe betrifft. Ich habe nur die weingeistige Lösung des Guajaks hierauf untersucht, und allerdings sehr analoge Erscheinungen erhalten. Bestreicht man Papiere mit dieser Auflösung, so haben sie anfangs eine rüthliche Färbung, welche im Tageslicht theegrün wird. Die zuerst wirksamen Strahlen sind die violetten, blauen und grünen. Sie färben das rüthliche Papier bläulichgrün, die violetten Strahlen färben es sogar blau. Ist das Papier

am Tageslicht theegrün gefärbt worden, und legt man es unter rothen und gelben Gläsern in die Sonne, so nimmt es eine hellröthliche und etwas bräunliche Farbe an. Roth und Gelb wirken also auf den durch die violetten, blauen und grünen Strahlen schon modificirten Guajak, wie Grün und Gelb auf das geschwärzte Silberjodid. Hiernach kann man nun dem Bisherigen zufolge erwarten, daß, nachdem die Sonne das röthliche Papier grün gefärbt habe, sie bei fortgesetzter Wirkung es auch wieder röthlich erscheinen lassen werde, und so zeigt es sich in der That. Dieses Factum bestätigt man in sehr kurzer Zeit bei guter Sonnenbeleuchtung; in der Camera obscura jedoch habe ich auf diesen Papieren Bilder erst in 24 Stunden erhalten, die noch dazu wenig Detail sehen ließen.

Ich werde jetzt die Behauptung ad 2 zu erweisen suchen, daß die Wirkung des Lichts nicht nothwendig darin bestehe, zwei chemisch verbundene Stoffe von einander zu trennen. Dieser Theil der Behauptung folgt eigentlich schon aus der Entdeckung Daguerre's und noch mehr aus der Becquerel's, nach welchen das Licht auf dem Jodsilber und auf dem Bromsilberpapier (mit welcher Substanz der letztere hauptsächlich experimentirte) Veränderungen hervorbringt, welche durch die Quecksilberdämpfe und das rothe Glas allerdings angezeigt werden, sonst aber nicht wahrnehmbar sind, und jede Annahme, als wenn hierbei Jod von dem Silber getrennt werde, von selbst ausschließen. Ich werde auch bald nachher Phänomene beschreiben, welche ähnliche Wirkungen, wie das Licht sie bei diesen Versuchen zeigt, auf ganz andere Art hervorbringen lehren, z. B. auf einer reinen Silberfläche, wo also von chemischem Effect gar nicht die Rede seyn kann.

Dies betrifft die anfänglichen Modificationen, welche das Licht auf der Oberfläche hervorbringt. Die fortgesetzte Wirkung desselben zeigt sich äußerlich als eine

Schwärzung des Silberjodids und anderer Silberverbindungen, und diese Modification ist gewiß bedeutender; allein sie rechtfertigt doch auch die Annahme nicht, daß durch das Licht hierbei wirklich eine chemische Zersetzung hervorgebracht werde. Um nicht mißverstanden zu werden, will ich bemerken, daß mich hier die anderweitigen chemischen Wirkungen des Lichts, z. B. auf Chlor und Wasserstoff, die Zersetzungen des Goldoxyds, einiger Salze, der Salpetersäure u. s. w., nicht interessieren können; denn 1) mögen viele dieser chemischen Wirkungen bei dem jetzigen Stand der Sache wohl eine neue Untersuchung verdienen, und 2) kommt es hier im Grunde nur darauf an, in einem einzigen bekannteren und besser zu untersuchenden Falle die Abwesenheit chemischer Trennungen bei der Lichtwirkung nachzuweisen, um dann zu der Annahme berechtigt zu seyn, daß der Effect des Lichts auf die Substanz der Retina nicht für eine bedeutendere chemische Veränderung gehalten werde, als sie wirklich ist.

Es ist oben schon bemerkt worden, daß das geschwärzte Silberjodid kein reines Silber, etwa in Pulverform, seyn könne, da man darauf ein Bild erzeugen kann. Dieses Bild werde ich jetzt etwas weiter verfolgen. Nimmt man eine jodirte Silberplatte, bringt sie in die Camera obscura und läßt sie an einem Sommertage 24 Stunden darin, so erhält man, wie ich schon angegeben, nachher ein positives Bild, welches also das *zweite* von denen ist, welche auf dieser Platte sich gebildet haben. Denn das erste ist ein negatives. Das positive Bild zeigt eigentlich nur Schattirungen von Grau, und Farben habe ich unter diesen Umständen darauf nicht gesehen. Nunmehr ist aber die Frage natürlich, ist dieses zweite Bild das letzte, oder bildet sich ein drittes negatives, dann ein viertes u. s. f., wenn man nur der Wirkung des Lichts die gehörige Zeit gönnt?

Um diese Frage zu entscheiden, wurden zwei Sil-

berplatten jodirt, die eine noch den Dämpfen des Chlorjods ausgesetzt, und dann jede für sich in eine Camera obscura gebracht. Die Witterung war sehr ungünstig; es waren Wintertage, an denen die Sonne fast nicht zum Vorschein kam; jede Camera obscura befand sich in einem verfinsterten Zimmer, alles seitliche Licht zu entfernen, und war auf entfernte Häuser gerichtet. Nach 13 Tagen nahm ich die Platten heraus, und sie zeigten beide ein richtiges positives Bild. Die eine derselben, welche dem Chlorjod ausgesetzt gewesen, zeigte dabei die schönste Erscheinung, die ich auf diesem Gebiete noch gesehen habe; die hellen Parthieen waren in dem lebhaftesten Himmelblau, die dunklen in eben so lebhaftem Feuerroth gefärbt. Das andere Bild zeigte ähnliche Farben, aber bei weitem so lebhaft nicht. Ich zweifle nicht, daß dies noch immer das *zweite* Bild war, da bei der schlechten Beleuchtung ein *viertes*, wenn solche überhaupt stattfinden, nicht zu erwarten stand. Allein einen Schritt führt dieser Versuch doch weiter. Er lehrt, daß aus dem *geschwärzten* Silberjodid schon wieder ein *gefärbtes* Silberjodid geworden war, bloß durch anhaltendere Wirkung des Lichts. Auch in anderer Beziehung fand sich, daß dies gefärbte Silberjodid schon wieder dem anfänglichen ähnlich war. Das anfängliche vom Licht nicht afficirte Silberjodid wird nämlich, nach dem was Herschel gefunden hat, vom unterschwefligsauren Natron leicht aufgelöst; das geschwärzte Silberjodid aber nicht. Als ich nun die vorher beschriebene Platte in eine Auflösung dieses Salzes brachte, löste sich der farbige Ueberzug rasch ab, und es blieb das erste negative Bild auf der Platte zurück. Ein Beweis, daß die fortgesetzte Wirkung des Lichts das schwarze Silberjodid seinem früheren Zustand wieder zugeführt, und daß diese schwarze Substanz wohl schwerlich ein vom gewöhnlichen farbigen Silberjodid sehr verschiedener Stoff seyn könne.

Ich habe diese Versuche, welche die Apparate lange in Anspruch nehmen, in dieser Art nicht fortsetzen können; auch hielt mich das Bedenken davon ab, ob es nach einem Monate lang fortgeführten Versuch zu bestimmen gelingen werde, welches Bild man eigentlich auf der Platte habe.

Um auf eine bequemere Weise diesem Gegenstand nahe zu treten, legte ich eine jodirte Silberplatte in's Tageslicht und, so oft es anging, in die Sonne. Die Platte wurde zuerst schwarz, dann, wie schon angegeben, wieder hell, und zwar grünlich. Nach etwa 14 Tagen schien sie in der That wieder dunkel geworden zu seyn, dann nach einer längeren Zeit wieder heller, dann wieder dunkel, und so habe ich diese Alternationen mindestens 5 bis 6 Mal vor sich gehen sehen. Um sie gut wahrzunehmen, habe ich auf die Platten von Zeit zu Zeit dunkle Papierstreifen gelegt, wodurch Theile derselben vor der Lichtwirkung geschützt wurden; auch betrachtete ich die Platten stets in derselben Lage gegen das reflectirte Licht, weil sich sonst hell und dunkel leicht umkehren, wie man dieß sogar bei den guten Daguerre'schen Bildern wahrnimmt. Allein recht überzeugend ist das Resultat jener Versuche für mich vorläufig doch erst wegen später anzuführender Thatsachen. Ich zweifle nicht, daß ein gut fortgeführter Versuch diese Alternationen bei der Wirkung des Lichts anzeigen werde; nur wird es dann nöthig seyn, die Platten besser vor Staub und Feuchtigkeit zu sichern, welche bei meinen Versuchen störend einzuwirken schienen.

Für die Behauptung, daß das Licht kein Jod von der jodirten Silberplatte forttreibe, spricht ein Versuch von Draper ¹⁾ mit großer Entschiedenheit. Er tränkt Papier mit einer Auflösung von Stärke und legt es auf die jodirte Silberplatte. Als hierauf das Licht der Sonne durchschien, wurde das Jodsilber dunkelgrün; allein es

1) *London and Edinburgh philosophical Magazine. Sept. 1841.*

zeigte sich auf dem Papier keine Spur einer bläulichten Färbung.

Nach dem Vorangehenden halte ich es für bewiesen, oder doch für höchst wahrscheinlich, daß durch das Licht keine Zersetzung des Silberjodids vor sich gehe, und verweise deswegen noch auf die später mitzutheilenden Klassen von Erscheinungen.

Ich komme nunmehr zum Beweise der Behauptung ad 3, daß auch die dauerndste Wirkung des Lichts nur die *äußerste* Oberfläche des Silberjodids afficire, obgleich die ganze Schicht für gewöhnlich so überaus dünn ist. Eine gelb jodirte Silberplatte wurde während zweier Monate dem Tageslicht, und, so oft es möglich war, der directen Sonne ausgesetzt. Hierauf wurde sie mit trockner Baumwolle abgerieben, in die Sonne gelegt und der Schatten eines nahe stehenden Körpers darauf geworfen. Nach kurzer Zeit war der übrige Theil der Platte aufs Unzweifelhafteste dunkel geworden und der Schatten markirte sich hell. Die Platte wurde nun von Neuem abgerieben, in die Sonne gelegt, und mit demselben Verfolg. So verfuhr ich nach langen Zwischenräumen *acht* Male, und noch jetzt nach vielen Monaten ist der Versuch nicht geschlossen; nach jedesmaligem Abreiben zeigt es sich, daß noch empfindliches Silberjodid auf der Platte, und zwar gleichmäfsig vorhanden sey. Das Resultat dieses Versuchs ist merkwürdig genug, wenn man erwägt, wie dünn die anfängliche Schicht des Jodids ist; Dumas giebt, ohne die Art der Messung genauer mitzutheilen, ihre Dicke noch nicht zu einem Milliontheil eines Millimeters an, und jedenfalls muß sie sehr dünn seyn. Denn trotz der vielen Manipulationen, welche die Hervorbringung eines Daguerre'schen Bildes erfordert, habe ich auf gewöhnlich plattirtem Kupfer nach und nach 30 Bilder entstehen lassen; dann zeigte die Platte allerdings Spuren von hervortretendem Kupfer, es waren jedoch nur einzelne rothe Punkte, während der übrige Theil der Platte noch unversehrt war.

Einige Einwendungen anderer Art, die man gegen die aufgestellte Ansicht über den Vorgang auf der Retina machen könnte, will ich noch anführen. Es sind Einwendungen, wie sie wohl erhoben werden könnten, die aber, wenn man sie näher betrachtet, vielmehr Bestätigungen sind, und zum Theil auf Erscheinungen sich stützen, welche nach der bisherigen Ansicht gar nicht erklärt werden können.

Zuerst könnte man die Wahrnehmungen des Auges mit denen des Ohrs zusammenstellen wollen, und hier wie dort *Oscillationen* als die gleichmäßige äußere Bedingung hervorheben. Allein nicht zu gedenken, daß in dem einen Falle Schwingungen ponderabler Stoffe vorhanden sind, im anderen aber imponderabler, so ist thatsächlich gar keine Analogie zwischen den Wahrnehmungen des Auges und des Ohrs vorhanden. Denn sieht man bloß auf die äußeren Bedingungen, welche diese beiden Sinneswerkzeuge erregen, so sollte eine Aehnlichkeit zwischen den verschiedenen Farben und den verschiedentlich hohen und tiefen Tönen stattfinden, und doch ist nichts für die Perception weniger Analoges. Die Farben machen so zu sagen einen vollständigen, nicht mit einander zu verwechselnden Eindruck, die verschiedenen Töne bewirken einen solchen nicht. Allerdings verwechselt man nicht gerade sehr hohe und sehr tiefe Töne, aber desto leichter geschieht das von einem gewöhnlichen Ohr bei etwas näher liegenden Tönen, und jedenfalls gehört ein besonderes feines und musikalisch gebildetes Ohr dazu, einen Ton der üblichen Bezeichnung nach angeben zu können, während das Auge bei der Bestimmung der Farben eine Schwierigkeit solcher Art gar nicht kennt. Viel eher könnte man geneigt seyn, die Höhe oder Tiefe eines Tones mit der *Intensität* einer bestimmten Farbe, und dagegen die verschiedenen Farben mit dem *Klang* des Tones zusammenzustellen. Mir sind wenig Menschen vorgekommen, die auf Befragen

gen das letztere nicht bestätigt hatten. Die Perceptionen beider Sinneswerkzeuge sind also bei ähnlichen äusseren Bedingungen sehr verschieden, und erlauben wenig Vergleichung; will man sie jedoch anstellen, nun dann zeigt es sich blofs, dafs es wahrscheinlich beim Act des Sehens anders zugehen werde, als beim Act des Hörens, und dafs, wenn dort etwa die tausende von Schwingungen in einer Secunde gezählt werden, hier die hunderte von Billionen derselben wahrscheinlich nicht gezählt werden.

Einen Einwand gewichtigerer Art könnte man auf folgende Art ableiten. Wenn man der Einfachheit wegen die gelben und grünen Strahlen, die eine eigenthümliche Wirkung auf das Silberjodid haben, außer Acht läfst, und nur die violetten, blauen, orangenen und rothen betrachtet, so scheinen sie auf das gelbe Jodsilber einen und denselben Effect zu haben: sie bringen dasselbe dahin, die Quecksilberdämpfe zu condensiren. Alle bis jetzt bekannten, für das Licht empfänglichen Stoffe zeigen auf ähnliche Weise, dafs *mehrere* Farben auf gleiche Art wirken, z. B. auf den Guajak die Farben: violett, blau, grün. Hiernach könnte man fragen, wie es käme, dafs diese Farben verschiedentlich auf die Retina wirkten, die dieselben doch als verschiedene Modificationen wahrnimmt. Es liesse sich hierzu bemerken, dafs vielleicht unsere Kenntnifs über die Wirkung des Lichts auf das Silberjodid zu mangelhaft sey, dafs wir erst in neuerer Zeit die Quecksilberdämpfe als ein Reagens dafür kennen gelernt haben, dafs es andere Hilfsmittel geben kann, welche noch einen Unterschied zeigten, je nachdem die eine oder die andere Farbe gewirkt habe. Es liesse sich ferner bemerklich machen, dafs was beim Silberjodid richtig sey, darum nicht für alle übrigen sensiblen Stoffe, wozu die Retina gehört, richtig zu seyn brauche, dafs schon der Guajak einen sichtbaren Unterschied zwischen der Wirkung der violetten und blauen Strahlen zeige, da erstere, wie angegeben, ihn blau, letz-

tere blaugrün färben. Allein auch hier ist die unbestimmte Berufung auf mangelnde Kenntniss nicht nöthig; Secbeck hat das Chlorsilber in den verschiedenen Farben des Spectrums in der That verschiedentlich gefärbt gesehen, und überhaupt wird jeder Beobachter, welcher Versuche über die Einwirkung des Lichts auf irgend welchen Stoff angestellt hat, über die Menge der Farbennüancen erstaunt gewesen seyn, welche sich ihm dabei unter Umständen ergeben haben. Diese Farbennüancen sind Zeichen von eben so vielen Modificationen, welche der Stoff unter dem Einfluß des Lichts annehmen kann, und dann ist die Annahme, daß die Farben gleichmäfsig wirkten, gar nicht haltbar. Es wird schwer seyn hierüber Versuche anzustellen, da man mit reinen Farben nicht gut operiren kann; allein die Behauptung, daß die verschiedenen Farben verschiedentlich wirken, wird man zugeben müssen. Eine *gleichmäfsige* Wirkung aller Farben, das Gelb und Grün mit eingeschlossen, auf das Silberjodid findet inzwischen sicher in einem Falle statt, wenn sie nämlich anhaltend wirken, dann bringen sie das Jodid dahin, die Quecksilberdämpfe zu condensiren, und schwärzen es bei weiter fortgesetzter Einwirkung. Hier wäre also entschieden eine und dieselbe Wirkung aller Farben des Spectrums, und es fragt sich, ob etwas Aehnliches beim Auge vorkommt?

Wenn es nun irgend einen überzeugenden Beweis von der Richtigkeit meiner Ansicht über den Proceß des Sehens giebt, so ist es zuverlässig der Umstand, daß ganz dasselbe beim Auge stattfindet, daß bei anhaltender Wirkung alle Farbenverschiedenheit verschwindet, und von ihnen nur der allgemeine Lichteindruck übrig bleibt. Annähernd sieht man das schon, wenn man versucht einen etwas lebhaft gefärbten Gegenstand ununterbrochen zu betrachten, worüber im nächsten Abschnitt das Nähere nachzulesen ist. Am entschiedensten jedoch spricht dafür ein interessantes Experiment, welches man Brew-

ster verdankt, und dessen Resultat sich leicht genug bestätigen läßt. Man betrachte das Spectrum einer Lichtflamme durch das Prisma anhaltend, so verschwindet zuerst das Roth und Grün, und etwas vom Blau; sieht man immer weiter, ohne das Auge zu verrücken, dann verschwindet sogar das Gelb, geht in Weiß über, so daß man statt der prismatischen Farben nur ein gleichmäßig weißes, längliches Bild der Flamme erblickt. Wie gesagt, dieser merkwürdige Versuch gelingt ohne alle Schwierigkeit, und, wie ich beobachtet habe, am schnellsten, wenn man das obere Augenlid mit der Hand fixirt, und am Herunterschlagen hindert. Hat man das weiße Bild nach etwa einer halben Minute erreicht, und läßt man das Augenlid fallen, indem man das Auge sogleich wieder öffnet, so erscheint für einen Moment das Spectrum mit seinen Farben, um dann rasch wieder dem weißen Bilde Platz zu machen. Hier hat man also einen und denselben Effect von allen Farben des Spectrums, man hat ganz dasselbe, was auf der jodirten Silberplatte stattfindet.

Das Brewster'sche Experiment ist eine so auffallende Bestätigung der in Rede stehenden Ansicht, daß die Frage aufgeworfen werden muß, wie die gewöhnliche Meinung über den Act des Sehens dasselbe erklären wird? Man wird hier ohne Zweifel auf die complementären Farben zurückgehen, und behaupten, daß sich mit dem primären Eindruck einer gewissen Farbe nach einiger Zeit der complementäre entwickle, sich mit ihm verbinde und dann Weiß erzeuge. Dieß jedoch würde man kaum eine Erklärung nennen können, da, wenn man auf das Wesen der Farbe zurücksieht, als auf eine bestimmte Anzahl von Oscillationen des Aethers in einer gewissen Zeit, man mit einer solchen Erklärung keinen präzisen Sinn verbinden kann. Die Vorstellung von dem Einfluß der complementären Wirkungen im Auge, die wir weitläufiger im nächsten Abschnitt behandeln wer-

den, scheint uns in der That nur ein Nothbehelf gewesen zu seyn, die subjectiven Farben darunter zu reihen; während die dahin gehörigen Erscheinungen nach unserer Ansicht leicht und ohne Hülfe eigenthümlicher Lebensthätigkeit abzuleiten seyn werden.

Man ist in jetziger Zeit fast allgemein der Ansicht, daß es eigene chemische Strahlen, verschieden also von den leuchtenden, gebe, namentlich gilt diese Ansicht in Frankreich. Meine Behauptung über den Vorgang beim Sehen könnte natürlich neben einer solchen Ansicht nicht bestehen; allein mir ist auch kein anderes Factum bekannt, als die Existenz *dunkler*, sogenannter chemischer Strahlen, welche für diese Ansicht zu sprechen scheinen. Ich kenne mindestens keine andere Erscheinung, welche sie unterstützte, und die Versuche über den Durchgang chemischer Strahlen durch gewisse Substanzen wird doch Niemand im Ernst hierbei geltend machen. Es schien mir noch am natürlichsten, das polarisirte Licht in seiner Einwirkung auf empfindliche Stoffe zu untersuchen, ob sich hierbei etwas herausstellte, welches eine Sonderung der chemischen Strahlen des Lichts von den leuchtenden nöthig machte. Ich habe kein Phänomen der Art bei Versuchen, auf mannichfache Weise abgeändert, beobachten können, und will man eigene chemische Strahlen bestehen lassen, dann muß man mindestens hinzufügen, daß sie vollkommen denselben Gesetzen, in Bezug auf Interferenz und Polarisation, unterworfen seyen, als die leuchtenden Strahlen. Es ist mir gelungen, durch den Kalkspath sehr vollendete Bilder nach Art der Daguerre'schen zu erhalten, welche in jeder Beziehung einander gleich waren. Ich verfuhr zu dem Ende so, daß ich unmittelbar vor der Linse der Camera obscura (die man am besten von einer kurzen Brennweite nimmt) ein achromatisirtes Prisma von Kalkspath anbrachte, und das Prisma so stellte, daß die beiden Bilder des Objects erschienen. Zum Object würde man hierbei nicht gut eine

Gegend mit Gebäuden wählen, wo das Ueberdecken der beiden Bilder nicht zu verhindern ist; besser wählt man dazu eine Statue. Bei den achromatischen Kalkspathprisma ist nur eines der Bilder, das gewöhnliche, farblos; das andere zeigt farbige Ränder, welche jedoch der Deutlichkeit des Bildes, nach meinen Versuchen, keinen Eintrag thun. Ich nahm ferner das Ringsystem im Kalkspath auf, welches sich überaus fein darstellte. Gewöhnlich verfuhr ich dabei so, daß ich den häufig vorkommenden Apparat, Kalkspath mit zwei parallelen und senkrecht auf der Axe stehenden Flächen zwischen zwei Nicolrhomboëder, unmittelbar vor der Linse der Camera obscura befestigte, und das Ganze auf den hellen Himmel richtete. Ferner stellte ich die Figuren schnell gekühlter Gläser auf der Silberplatte dar, zuweilen in der Art, daß zwischen dem Glase und der Linse ein Kalkspathprisma angebracht wurde, um die beiden complementären Figuren zugleich zu erhalten. Diese Versuche und andere solcher Art gelangen vollkommen, und zeigen aufs Bestimmteste, daß, wenn es chemische Strahlen giebt, sie eben so polarisirt werden, als die leuchtenden. Z. B. lehrt das schwarze Kreuz auf dem Bilde eines schnell gekühlten Würfels, daß die chemischen Strahlen von gekreuzten Spiegeln im Polarisationsapparat so wenig reflectirt werden, als die leuchtenden unter diesen Umständen.

Wenn man diese Versuche wiederholen will, so wird es erwünscht seyn, hier die Zeit angegeben zu finden, welche sie erforderten, um mindestens einen ungefähren Maassstab dafür zu haben. Die Linse meiner Camera obscura hatte eine Brennweite von etwa 99 Millim. und eine Apertur von 15 Millim. Durch das Kalkspathprisma wurde das Doppelbild, wenn Chlorjod angewandt wurde, und das Object eine weiße Büste in der Sonne war, innerhalb 1' erhalten. Das Ringsystem bildete sich auf bloßem Jodsilber, ohne Chlorjod, und an einem trüben

Tage in $2\frac{1}{2}$ Stunden ab, die schnell gekühlten Gläser in ungefähr derselben Zeit. Man sieht also, daß der geringen Lichtintensität wegen, und wenn man das Chlorjod nicht benutzt, zuweilen Stunden zu diesen Versuchen nöthig sind. Daher wird es dann nöthig seyn, in einem verfinsterten Zimmer zu operiren, und alles seitliche Licht wohl abzusperren.

Wenn aus den bisherigen Versuchen folgt, daß die chemischen Strahlen keinen Unterschied von den leuchtenden in Bezug auf Reflexion, Brechung, Interferenz und Polarisation zeigen, so ist die Annahme eigenthümlicher chemischer Strahlen wohl nicht zu rechtfertigen. Nach der Ansicht, die ich über die Wirkung des Lichts auf die Retina aufstelle, würde die Sache vollends anders zu stehen kommen. Es ist schon anderweitig die Meinung ausgesprochen worden, daß man sich einen leuchtenden Körper als einen solchen zu denken habe, von welchem Strahlen der mannichfachsten Art, d. h. mit den verschiedensten Translations- und Oscillationsgeschwindigkeiten ausgehen. Das Factum, daß Licht von Sternen, nach denen die Erde sich hinbewegt, denselben Brechungsindex lieferte, als Licht von Sternen von denen die Erde sich entfernt, führte Arago schon vor längerer Zeit auf diese Ansicht ¹⁾. Von den verschiedenartigen Strahlen des leuchtenden Körpers, muß man nun annehmen, wirkt nur ein gewisses System auf diesen sensiblen Stoff, ein anderes System auf jenen, und zu den sensiblen Stoffen gehört nun auch die Retina. Es giebt ein gewisses System von Strahlen, welche allein auf sie wirken und den Eindruck der Farbe hervorbringen. Dieß System ist nicht ausgedehnter, als es bei andern Stoffen vorkommt; denn es giebt, wie gesagt, ein Silberjodid, welches von allen Farben so gut wie die Retina afficirt wird. Wenn dem so ist, kann die Möglichkeit *dunkler* chemischer Strahlen nicht geläugnet werden; es würden dann Strahlen

1) Poisson, *Traité de mécanique*, 2me edit. Tom. I §. 168.

seyn, welche auf die Retina nicht wirken, aber wohl auf andere sensible Stoffe. Und dem steht a priori nichts entgegen. Ritter hat bekanntlich solche dunkle Strahlen bei der Wirkung des Lichts auf das Chlorsilber gefunden, indem er eine Schwärzung desselben noch über das Violett des Spectrums hinaus beobachtete, und Wollaston, Seebeck und Andere haben diese Entdeckung bestätigt. Ich selbst habe sie in der finsternen Stube geprüft, ohne zu einer Gewissheit darüber gekommen zu seyn. Die Gränze des Violett ist so leicht nicht anzugeben; auch würde sie für verschiedene Augen und für dasselbe Auge je nach den Umständen sicherlich verschieden seyn. Ausserdem muß man, ohne Heliostat operirend, das Papier verschieben, welches die Zuverlässigkeit sehr verringert. Inzwischen habe ich diesen Versuchen zur Zeit, wo ich sie anstellte, nur geringe Aufmerksamkeit geschenkt, da ich damals kein großes Interesse daran nahm, und so will ich durch sie nicht im Geringsten einen Zweifel gegen die Existenz dunkler und doch wirkender Strahlen erheben, welche ausserdem für die in Rede stehende Ansicht, wie gesagt, ganz gleichgültig wären. Herschel ¹⁾ hält es sogar für möglich, daß einige Thiere, z. B. Insecten, von keiner derjenigen Farben eine Empfindung erhalten, welche wir wahrnehmen, sondern ihre Eindrücke einer Art Schwingungen verdanken, welche jenseits unserer Gränzen liegt. Dasselbe behauptet Wollaston sogar von ihren Wahrnehmungen des Schalls ²⁾.

Ich wende mich jetzt zu der interessanten Frage nach der *Empfindlichkeit* der Retina für die Lichtwirkung in Vergleich mit den bis jetzt bekannten anderweitigen sensiblen Stoffen. Diese Empfindlichkeit kann aus

1) Vom Licht, § 567.

2) *Philosophical transactions for 1820, London. — Edinb. Phil. Journal, VII. 158.*

zwei Gesichtspunkten betrachtet werden: 1) ihrem Grade nach, und 2) ihrer Veränderlichkeit nach; denn das Auge hat unläugbar die Fähigkeit, seine Empfindlichkeit der gegebenen Lichtintensität gemäß zu adaptiren, und es muß das Mittel besitzen dieselbe wieder herzustellen, nachdem sie in Anspruch genommen worden ist. Ich werde zeigen, daß in beiderlei Rücksicht nichts vorhanden sey, wodurch die Retina sich ungewöhnlich von den anderweitigen, der Lichtwirkung unterworfenen Substanzen unterscheide.

Was zuerst den *Grad* der Empfindlichkeit betrifft, so ist derselbe bei der Retina unzweifelhaft sehr bedeutend; nur halte man ihn nicht für übermäßig größer, als er z. B. bei den Silberverbindungen beobachtet wird. Es ist schon angeführt worden, daß wenn das Jodsilber den Dämpfen des Chlorjods ausgesetzt wird, seine Empfänglichkeit außerordentlich gesteigert wird (nach meinen Versuchen scheint es als wenn dadurch die Zeit auf $\frac{1}{10}$ der sonst nöthigen herabgesetzt würde). Gaudin will in neuester Zeit gefunden haben, daß die Dämpfe des Bromjods noch vorthellhafter wirken, und will Bilder in einer Zeit erhalten haben, die er auf $\frac{1}{10}$ Secunde schätzt ¹⁾. Die Hauptsache jedoch ist, hierbei nicht zu vergessen, daß wir, um ein Daguerre'sches Bild zu erlangen, eine bestimmte Anforderung an die Wirkung des Lichts stellen, nämlich das Jodsilber in den Stand zu setzen die Quecksilberdämpfe niederzuschlagen. Diefs ist eine spezielle Forderung, welche, um erfüllt zu werden, eine gewisse Zeit in der Camera obscura nöthig macht. Das Licht aber hat schon viel früher gewirkt, und das würde sich zeigen, wenn wir nur Reagentien dafür besäßen. Das rothe Glas ist ein solches; es lehrt, daß lange vor dem Zeitpunkt, in welchem wir die Platten aus der Camera obscura nehmen, das Bild schon auf der Platte sey, mit allen seinen Details und Schattirungen, und ohne

1) *Comptes rendus hebdomadaires* 18. Octobre, 1841.

Zweifel wird man noch andere Mittel finden, die Existenz des Bildes in den früheren Stadien nachzuweisen. Das Stadium, in welchem wir die Lichtwirkung benutzen, läßt sich in Grunde mit der Zeit, in welcher die äusseren Objecte von der Retina wahrgenommen werden, nicht vergleichen. Denn jenes Stadium entspricht, wie ich vorhin ausführte, dem Zustande der Retina, wo ihr in dem Brewster'schen Experiment die Farben des Spectrums verschwinden, und einem gleichmäßigen Eindruck von Weiß Platz machen. Das ist ein unnatürlicher, erst nach einiger Zeit, nach einer halben oder ganzen Minute anhaltender Betrachtung zu erreichender Zustand. Will man also das Jodsilber mit der Retina in Bezug auf die erforderliche Dauer der Lichtwirkung in Vergleich stellen, dann entspräche die Zeit, welche die Silberplatten in der Camera obscura bedürfen, der Zeit, welche die Retina bedarf in jenen anomalen Zustand der Ununterscheidbarkeit für die Farben zu gerathen, und beide Zeiten sind commensurabel. Einer meiner Bekannten stellte das Bild einer gewöhnlichen Kerzenflamme auf dem reinen Silberjodid in zwei Minuten vollständig dar, Draper das Bild einer Argand'schen Gasflamme sogar in 15 Secunden, ebenfalls ohne Chlorjod. Das sind keine unverhältnißmäßig gröfsere Zeiten, als die Retina verlangt, um in einen ähnlichen Zustand zu gerathen. Freilich werden diese Zeiten bei schwacher Lichtintensität gröfser ausfallen: allein dann ist für jetzt kein Vergleich mit der Retina möglich, und zwar aus dem Grunde, weil sie in den besprochenen anomalen Zustand gar nicht zu bringen ist, wenn ihr Farben von sehr geringer Intensität dargeboten werden.

Was das gewöhnliche normale Sehen anbetrifft, so ist man allgemein der Meinung, dafs dasselbe ebenfalls nicht instantan geschehe, vielmehr eine gewisse, wenn auch kleine Zeit erfordere. Es ist diets an und für sich schon wahrscheinlich, und Fechner schließt aus der

Thatsache, nach welcher ein schwarzer Fleck auf einer rasch gedrehten weissen Scheibe eben sowohl eine dunkle Kreisspur giebt, als ein weisser Fleck auf einer schwarzen eine helle, daß der Eindruck im Auge erst nach einer gewissen Zeit sich im Maximum geltend mache ¹⁾). Eine ähnliche Erscheinung bei farbigen Scheiben deutet dieser Gelehrte in demselben Sinne ²⁾). Uebrigens scheint es mit der Retina wie mit empfindlichen Papieren sich zu verhalten, welche anfangs sehr rasch afficirt werden, wie ich fand und wie auch Andere beobachtet haben, sogar rascher als das Silberjodid, welche aber eine lange Zeit erfordern, ehe die späteren Erscheinungen, die ich oben beschrieben habe, eintreten. Dieses letztere ist auch bei der Retina der Fall, in sofern sie die Nachbilder u. s. w., wie ich zeigen werde, jenen späteren Erscheinungen entsprechend, verhältnißmäfsig erst nach langer Einwirkung des Lichts liefert.

Was nunmehr den zweiten Punkt, die Veränderung der Empfindlichkeit, betrifft, so ist das Auge ohne Frage fähig dasselbe hervorzubringen, wenn auch, nach der bisherigen Lehre vom Sehen, wonach man die Lichtoscillationen bis zur Retina führte, und dann die Betrachtung fallen liefs, dieser Gegenstand niemals zur Sprache gekommen ist. Eine starke Beleuchtung wirkt auf das Auge anfangs betäubend; es schließt sich, und erst nach einer mehr oder minder grofsen Zeit sind wir im Stande bei dieser Beleuchtung zu sehen. Umgekehrt tritt der höhere Grad der Empfindlichkeit für die geringen Lichtintensitäten ebenfalls erst nach einiger Zeit ein, wie das hinlänglich bekannt ist. Ich führte vorhin, bei Gelegenheit des Brewster'schen Experiments an, daß wenn durch eine anhaltende Betrachtung die Farben des Spectrums sich in Weiss verwandelt haben, sie sogleich wie-

1) Poggendorff's Annalen, Bd. I. S. 202.

2) Fechner's Repertorium, Bd. II S. 213.

der für einen Augenblick erscheinen, wenn das obere Augenlid herunterfiel. Möglich, daß diese Bewegung mit einem Druck verbunden sey, so wie sie meistens eine Verschiebung des Augapfels zur Folge hat. Der Druck spielt überhaupt beim Auge eine Rolle auf verschiedene Weise. Wir drücken ein stark geblendetes Auge unwillkürlich; wenn wir ein Nachbild auf der Retina haben, welches im Verschwinden begriffen ist, so stellt ein Druck auf das Auge, durch die äußeren Augenmuskeln bewirkt, dasselbe meistens wieder her. Der Druck mittelst des Fingers bringt endlich Lichterscheinungen hervor, der stärkere bekanntlich einen feurigen Kreis, der leisere Farben, und kann, wie Johannes Müller angiebt, eine Farbe in die andere unwandeln. Bei diesen Erscheinungen genügt die ihnen gewöhnlich gewidmete Beschreibung wohl nicht, mindestens schließt sie noch nicht die Erklärung in sich. Denn es bliebe sonst die Frage, warum der Druck nicht entsprechende Wirkungen auf die Geruchs- und Geschmacksnerven übe, von dem schwerer zu erreichenden Gehörnerven nicht zu sprechen, bei dem wohl etwas Aehnliches wie bei der Retina vorkommt, welches aber noch eine andere Erklärung zuläßt.

Bei der Adaptirung für eine gegebene Lichtintensität ist allerdings die Pupille theilhaft, aber doch nur in geringem Grade. Ihre Veränderungen umfassen einen viel zu kleinen Spielraum, als daß sie im Stande wären die verhältnißmäßig großen Schwankungen der Lichtintensität der Außenwelt zu reguliren. Und dann verändert die Pupille sich auch, wenn die Lichtintensität ganz dieselbe bleibt. Als z. B. Olbers ¹⁾ den Durchmesser seiner eigenen Pupille im Spiegel maafs, fand er denselben 2",01 bei einer Entfernung von 4" und 2,74 - - - - - 28.

1) G. R. Treviranus, Anatomie und Physiologie der Sinneswerkzeuge, Bremen 1828. Heft I.

Die Oeffnung der Pupille war daher im Verhältniß von 1,86 gröfser geworden, obgleich das betrachtete Object dieselbe Lichtintensität behalten hatte. Nach Lambert ergeben sich die Veränderungen sogar noch um Vieles gröfser ¹⁾). Es ist auch schon im Abschnitt über die Adaptirung nachgewiesen, dafs die Zusammenziehung und Erweiterung der Pupille im Allgemeinen andere Zwecke zu erfüllen hat, als den in Rede stehenden, und daher müssen anderswo die Mittel gegeben seyn, wodurch die Empfindlichkeit der Retina modificirt, d. h. gesteigert und vermindert, und durch welche die in Auspruch genommene Empfindlichkeit wieder auf ihren normalen Zustand gebracht werden könne.

Bei der vorhabenden Untersuchung wurde ich theilweise durch die Ansicht geleitet, dafs möglicherweise der Druck auf die Retina das fragliche Mittel sey, und dadurch aufgefordert zu versuchen, ob nicht etwas dem Aehnliches bei den anderen für das Licht empfindlichen Stoffen vorkomme. Es ist mir geglückt eine Reihe von Thatsachen und einige allgemeine Gesetze zu entdecken, die, wie mir scheint, zu den merkwürdigsten dieser Sphäre gehören und neue Aussichten versprechen. Ich werde diese Thatsachen in der Reihefolge beschreiben, in der sie sich mir darboten, weil sie so die leichteste Uebersicht gewähren möchten.

Es ist eine wohl sehr lange bekannte Thatsache, dafs wenn man auf einer gut polirten Glastafel mit gewissen Substanzen schreibt und die Tafel hierauf reinigt, die Charaktere jedesmal durch die Wasserdämpfe zum Vorschein kommen, wenn man darüber haucht. Man hat den Versuch auch so angestellt, dafs man eine Münze auf eine Glastafel legte, sie behauchte und hierauf die Münze entfernte: bei späterem Behauchen der Tafel sah man dann die Gestalt der Münze, freilich nur dem äufseren Contour nach.

1) Photometria etc., §. 853.

Dies ist Alles, was ich von dieser Art gefunden habe. Inzwischen hat man das Phänomen viel zu sehr beschränkt; man kann auf die Glastafel, mit welcher Substanz man wolle, schreiben; die nachherige Erscheinung bleibt dieselbe. Man kann ferner die Glastafel zuerst gleichmäßig behauchen, dann mit Fließpapier, einem Pinsel oder sonstigem darauf schreiben; man wird die Charaktere bei jedem späteren Behauchen wahrnehmen, und erst nach einiger Zeit verliert sich die Erscheinung. Und nun ist auch die Glastafel nicht unumgänglich, sondern jeder polirte Körper zeigt ganz dasselbe, wovon ich mich an Metallen, Harzen, Holz, Pappe, Leder u. s. w. überzeugt habe. Ja, was interessant ist, Flüssigkeiten sind zu dem Versuch ebenfalls brauchbar. Man nehme eine sehr reine und ruhige Quecksilberoberfläche, halte irgend einen Körper darauf, und behauche den übrigen Theil, oder, was noch besser ist, man behauche zuerst, und nehme den Wasserdampf an einzelnen Stellen auf irgend eine leichte Weise fort, und man wird die deutlichsten Spuren davon bei jedem Behauchen, wenn das Quecksilber ruhig stand, noch nach vielen Tagen wahrnehmen. Auch die *Berührung* mit einem fremden Körper ist nicht nöthig, sey es vor dem Behauchen, sey es um den niedergeschlagenen Dampf von einzelnen Stellen zu entfernen. Man halte über einen polirten Körper irgend einen ausgeschütteten Schirm, ohne jenen zu berühren, man behauche auf eine passende Weise und lasse das Wasser verdunsten: das spätere Behauchen wird dann die Figur des Ausschnitts deutlich erkennen lassen. Und endlich bedarf es dazu auch eben keines polirten Körpers, da mattes Glas dasselbe zeigt. Diese Erscheinungen sind also sehr allgemein, und es schien nicht unmöglich, daß sie, weiter verfolgt, für den vorhabenden Zweck wichtig würden: denn es ist wohl an und für sich klar, daß bei ihnen die Oberflächen eine Veränderung irgend welcher Art erlitten. Ich dachte, daß hierbei

Temperaturdifferenzen eine Rolle spielen möchten, und diese Meinung schien sich zu bestätigen. Eine gravirte Metallplatte wurde erwärmt und etwa eine halbe Minute auf eine reine Spiegelplatte oder auf ein gut polirtes Stück Silberblech gehalten. Als die Platten wieder erkaltet waren, wurden sie behaucht, und zeigten die bisherigen Erscheinungen auf eine ungleich vollendetere Weise, nämlich nicht den bloßen Umriß des Körpers, sondern die einzelnen Figuren, Buchstaben u. s. w. mit großer Deutlichkeit. Oft wurden Silber oder einige andere polirte Metallplatten erhitzt, und kalte Körper, verschiedene geschnittene Steine, kleine Körper aus Horn, Pappe, Kork, Silbermünzen und dergleichen einige Zeit darauf gelegt. Die Erscheinungen waren im Allgemeinen dieselben, auch habe ich keinen Unterschied bei Anwendung dieser verschiedenen Körper wahrgenommen, weder hier noch in den folgenden Versuchen.

Da ich nun deutliche Bilder auf vielen Körpern erzeugen konnte, so ließen sich die Platten auf Dämpfe anderer Art untersuchen. Eine Silberplatte, dem Vorigen gemäß zubereitet, wurde, ohne vorher behaucht worden zu seyn, den Quecksilberdämpfen ausgesetzt, indem das Quecksilber eine Temperatur von einigen 60 Graden R. erhalten hatte. Der Erfolg des Versuchs war die angenehme Ueberraschung, daß die Quecksilberdämpfe ganz dasselbe leisteten als die Wasserdämpfe, und noch viel vollkommener; es entstand ein schönes, im Detail sehr deutliches Bild der früher darauf gefallenen Objecte. Jetzt wurden *Joddämpfe* versucht, welche besonders deshalb interessant sind, weil sie sich mit dem Silber chemisch verbinden, während die Quecksilberdämpfe von der kalten Platte nur condensirt werden und an ihr adhäriren, ohne sich mit der Substanz des Silbers zu verbinden. Eine ähnlich zubereitete Silberplatte wurde gelb jodirt, und nunmehr sah man in der That in einigen Fällen das deutliche Bild der früheren Objecte mittelst ver-

schiedener Färbung; in anderen Fällen war das Bild noch nicht wahrzunehmen. Solche Platten brachte ich nunmehr in die Quecksilberdämpfe, wo dann das vollkommen deutliche Bild sichtbar wurde, also die Daguerre'sche Erscheinung nur in diesem Falle ohne die Einwirkung des Lichts hervorgebracht, denn die Versuche gelangen des Nachts so gut als am Tage. Andere solcher Platten, welche nach dem Jodiren noch nichts zeigten, brachte ich in's Tages- oder Sonnenlicht, wo sich dann schnell das Abbild der früher darauf gelegten Objecte mit aller Feinheit erzeugte. Ich kann nicht die Absicht haben alle einzelnen Versuche dieser Art hier mitzutheilen, welches die Gränzen dieses Abschnitts überschreiten hiefse. Ich will daher nur anführen, daß die Dämpfe von Chlor, Chlorjod dasselbe leisteten; daß man die Erscheinungen auch auf geschwärztem Silberjodid, auf Kupfer, Stahl u. s. w. hervorbringen kann, obgleich ich dem letzteren Körpern keine gute Politur geben konnte. Selbst Platin und schwarzes Spiegelglas habe ich zu Versuchen dieser Art benutzt, nicht bloß durch die Wasserdämpfe, sondern auch durch die Quecksilberdämpfe, welche ebenfalls von ihnen condensirt werden und adhären.

Das Ergebnifs dieser Versuche ist von einer beträchtlichen Wichtigkeit. Die Entdeckung Daguerre's besteht, wie schon bemerkt worden, physikalisch genommen darin, daß durch die Einwirkung von Licht auf Silberjodid ein Zustand hervorgebracht werde, der Art, daß die Quecksilberdämpfe condensirt werden und an den Stellen adhären. Diese eigenthümliche Wirkung des Lichts stand bis dahin ganz isolirt. Wir haben hier dieselbe Wirkung nur viel allgemeiner: durch die Berührung einer polirten oder reinen Fläche mit einem erwärmten Körper, oder umgekehrt durch die Berührung einer erwärmten Oberfläche mit einem kalten Körper, werden einzelne Theile dieser Fläche in den Zustand gebracht,

Dämpfe aller Art zu condensiren und zur Adhäsion zu bringen. Und man bemerke, selbst wenn die Dämpfe sich chemisch mit der Substanz verbinden, wie z. B. die Joddämpfe mit dem Silber und Kupfer, so macht sich dieser durch die Berührung hervorgebrachte Zustand eben so bestimmt geltend, theils durch eine verschiedene Farbe, welche einen verschiedenen Grad der Verbindung anzeigt, theils so, daß nachher im Licht oder in den Quecksilberdämpfen das Abbild deutlich hervortritt. Ja, wenn eine Silberplatte die Berührung eines Körpers erfahren hat, so kann man sie nachher nicht allein den Joddämpfen, sondern auch noch denen des Chlorjods, Bromjods aussetzen, und doch erhält man das Bild durch Quecksilber oder Licht.

Die Wirkung des Lichts war also durch meine Versuche nachgeahmt und sehr erweitert, und zwar, wie es schien, durch Anwendung ungleicher Temperaturen. Allein diese letztere Ansicht konnte nicht lange bestehen; man braucht nur einmal eines der vorhin beschriebenen Bilder, wenn es gehörig gelungen ist, zu betrachten, um sich zu überzeugen, daß solche Bilder, auf denen man oft die feinsten Striche des Originals wahrnimmt, durch Temperaturdifferenzen, zumal auf einer gut leitenden, dünnen Metallplatte, nicht erzeugt werden können. Auch die Mannichfaltigkeit der angewandten Substanzen verbietet eine solche Ansicht. Es war daher vor Allem nöthig zu versuchen, ob die Erscheinungen sich nicht eben so gut ohne Anwendung der Wärme erzeugen ließen, und diels ist gelungen. Ich habe zu dem Ende alle zu dem Versuch gebrauchten Körper Stunden lang in einem und demselben geschlossenen Raum erhalten, hierauf eine Berührung von 10 Minuten oder auch mehreren Stunden eintreten lassen, und dann die Platten den verschiedenen Dämpfen ausgesetzt, und auf diese Weise dieselben Erscheinungen ganz in derselben Feinheit erhalten. Mitunter, besonders bei Anwendung von Glas, schien eine

Er-

Erwärmung vortheilhaft; allein wohl nur, weil dann die Berührung besser vor sich ging, indem Feuchtigkeit und andere adhärende Gase von dem Körper entfernt wurden.

Die gefundene Thatsache lautet somit doch anders: *Wenn eine Oberfläche an einzelnen Stellen von irgend einem Körper berührt worden ist, so hat sie die Eigenschaft erhalten, alle Dämpfe, die überhaupt an ihr adhären, oder mit denen sie eine chemische Verbindung eingeht, an diesen Stellen anders als an den unberührten Stellen zu condensiren.* Hierdurch entsteht eben das Abbild des berührenden Körpers.

Ich habe zu bemerken, daß ich genöthigt bin, mich wegen dieser Condensirung der Dämpfe vorläufig unbestimmt auszudrücken, daß ich also nicht sagen kann, die berührten Stellen condensirten dieselben stärker oder schwächer. Das ist im Allgemeinen nicht zu sagen, weder hier noch selbst bei der Daguerre'schen Platte, und ich werde bald nachher auf das wahre, sehr merkwürdige Verhalten der Dämpfe in dieser Beziehung zurückkommen.

Wenn die vorigen Versuche schon lehrten, daß durch Berührung die Wirkung des Lichts nachgeahmt werden könnte, so wird das durch folgendes Experiment aufs deutlichste bewiesen. Eine Silberplatte wurde des Nachts und sogar ohne Kerzenlicht, jodirt, hierauf eine vertieft geschnittene Achatplatte, eine gravirte Metallplatte, ein Hornring u. s. w. darauf gelegt, und die Platte dann in die Quecksilberdämpfe gebracht. Es entstand ein gutes, deutliches Bild aller Figuren des Steins, der Buchstaben der Metallplatte, des Ringes u. s. w. Eine auf ähnliche Weise behandelte Platte wurde am Tage in die Sonne oder in's Tageslicht gelegt, und liefs ihre Bilder eben so gut sehen. Andere Platten derselben Art wurden unter farbige Gläser gelegt, und zwar unter gelbe, rothe und violette. Unter den beiden ersteren entstand nur eine

Spur der Bilder, dagegen unter dem violetten Glase sehr entschieden ausgeprägt. Diefs Resultat war im Grunde vorherzusehen; denn die Modification, welche die Berührung auf Platten hervorbringt, entspricht in den meisten Fällen den ersten Stadien der Lichtwirkung, wo die rothen und die gelben Strahlen noch von keinem Einfluß sind, wie früher schon gezeigt worden ist. Bei diesen Versuchen sieht man daher die violetten Strahlen die Wirkung *fortsetzen*, welche die Berührung angefangen hat, und man könnte ihnen also eine fortwirkende Kraft zuschreiben, wie sie Becquerel den rothen Strahlen beilegt, wenn ich nicht schon hinlänglich gezeigt hätte, daß dieser ganze Unterschied von erregenden und fortwirkenden Strahlen einer reellen Basis ermangle.

Bei den so eben beschriebenen Phänomenen war eine jodirte Silberplatte durch Berührung in denselben Zustand gebracht worden, in welchen sie durch das Licht versetzt wird; allein, wie schon angegeben, sind diese Erscheinungen auch auf andere Flächen, z. B. auf einer reinen Silberplatte zu erzeugen. Somit waren die Erscheinungen mittelst Berührung schon sehr viel weiter geführt, als bis jetzt vom Licht bekannt ist, dessen Einwirkung auf einfache oder schwer veränderliche Substanzen, wie etwa Glas, noch niemals nachgewiesen worden ist. Es war nunmehr nöthig die Wirkung des Lichts auf Substanzen solcher Art zu prüfen.

Eine noch nicht gebrauchte Silberplatte wurde aufs Beste gereinigt und polirt. Ueber dieselbe, allein ohne sie zu berühren, wurde eine schwarze mit mannichfachen Charakteren ausgeschnittene Tafel angebracht, und das Ganze zwei oder mehrere Stunden in die Sonne gelegt, und ihr nachgerückt. Nachdem die Platte, welche natürlich nicht das Mindeste zeigte, erkaltet war, wurde sie über Quecksilber gebracht, welches wie gewöhnlich einige 60 Grade R. erwärmt wurde. Zu meiner großen Freude entstand nunmehr das deutliche Bild des Schirms,

indem an den Stellen, wo das Sonnenlicht (welches übrigens in der ganzen Zeit dieser Versuche sehr schwach und veränderlich war) gewirkt hatte, sich viel Quecksilber niederschlug. Dieser interessante Versuch wurde mehrere Male mit demselben Erfolg wiederholt, zuweilen auch die Platten, nachdem sie aus den Quecksilberdämpfen genommen, den Joddämpfen ausgesetzt, dann frei in die Sonne gelegt, wodurch die Bilder häufig gewannen.

Wenn man diese merkwürdige Thatsache der Wirkung des Lichts auf reine Silberflächen mit den vorhin durch Berührung erlangten Erscheinungen zusammenhält, so bleibt schon wenig Zweifel, daß das Licht auf *alle* Substanzen einwirken werde, indem es ihnen die Modification erteilt, sich mit Bezug auf die Condensirung der Dämpfe verschiedentlich zu verhalten. Diesen richtigen Satz vorläufig noch plausibler zu machen, unterwarf ich eine reine Kupferplatte demselben Versuch, sogar bei sehr ungünstiger Witterung. Es war mir nicht gelungen dem Kupfer eine gute Politur zu geben, und das nachherige Bild war, durch die Quecksilberdämpfe hervorgebracht, schwach, wenn auch deutlich wahrnehmbar. Als ich jedoch diese Platte nachher den Joddämpfen aussetzte, wurde das Bild sehr stark, und dieß Verfahren hat mir überhaupt beim Kupfer sehr gute Dienste geleistet.

Endlich untersuchte ich in derselben Art die Wirkung des Lichts auf eine Platte von reinem *Spiegelglas*; hier war die Wirkung so deutlich wie auf der Silberplatte, wenn man nachher die Tafel behauchte, und ich habe längere Zeit nachher noch das Bild auf diese Weise entstehen sehen.

Wenn man die Verallgemeinerung zugesteht, so wäre also folgender Satz gefunden: *Das Licht wirkt auf alle Substanzen, und man kann seine Wirkung durch alle Dämpfe prüfen, die an der Substanz adhäriren oder auf sie chemisch einwirken.* Man ist auch sicherlich auf

die bisher von mir angewandten Dämpfe nicht beschränkt, und wird ohne Zweifel den Dämpfen von Fluorwasserstoff eine zweckmäßige Spannung geben können, um die Lichtwirkung auf Glas eben so gut nachzuweisen, und dann die Bilder zu ätzen. Ich habe mich auf dergleichen Fragen nicht einlassen mögen, da es viel interessanter war, die zu Grunde liegenden Gesetze aufzufinden.

Wie man nunmehr sieht, ist die Daguerre'sche Entdeckung der specielle Fall einer sehr allgemeinen Wirkung; denn dieser Fall lehrt blofs die Wirkung des Lichts auf Jodsilber durch die nachherige Condensirung der Quecksilberdämpfe erkennen.

Es schien mir, ehe ich weiter ging, nöthig, mindestens in einem Falle die Wirkung der verschiedenfarbigen Strahlen auf einfache Substanzen zu prüfen. *A priori* läfst sich hierüber nichts sagen; denn ich habe schon früher bewiesen, dafs man den violetten und blauen Strahlen keine ausschliesslich chemische Wirksamkeit zuschreiben könne. Meine vorläufigen Versuche haben in dieser Beziehung gelehrt, dafs auf das reine Silber nur die Strahlen letzterer Art von Einflufs sind, indem ich durch Gläser dieser Farben deutliche Bilder erhielt, durch rothe Gläser, obgleich sie mehr Licht und Wärme durchliessen, jedoch kaum eine Spur wahrnehmen konnte. Inzwischen hat mich die Witterung bei dieser ganzen Gruppe von Versuchen nicht besonders begünstigt, so dafs ich diese und viele andere Versuche einstweilen aufzugeben genöthigt gewesen bin.

Ich werde nunmehr die Art und Weise beschreiben, wie die verschiedenen Dämpfe auf den Platten condensirt werden. Meine ersten Versuche mit dem Behauchen waren natürlich auch darauf gerichtet, zu sehen ob die unberührten Stellen, wie die vertieften Figuren eines gravirten Steines, heller oder dunkler erschienen. Erschienen sie schwarz, so schlugen sich die Dämpfe ausschliesslich oder doch vorzugsweise an den berührten Stellen

nieder, und umgekehrt wenn sie weiß erschienen. Das Phänomen zeigte sich jedoch complicirt und scheinbar regellos; denn ich erhielt unter denselben Umständen beim Behauchen helle und dunkle Figuren, sogar beide Arten zu gleicher Zeit, und endlich an einer und derselben Figur anfangs ein weißes, bei stärkerem Behauchen ein dunkles und dann wieder ein weißes Bild. Aehnlich complicirte Erscheinungen zeigte das Quecksilber, es lag auf den unberührten Stellen vorzugsweise oder umgekehrt auf den berührten Stellen; oft war es abwischbar, oft, trocken mindestens, nicht herunterzureiben. Und endlich ließen auch die Joddämpfe an Unregelmäßigkeit nichts zu wünschen übrig. Die vorher auf dem Silber berührten Stellen erschienen nachdem die Platte jodirt worden, bald heller, bald dunkler als die unberührten. In's Licht gebracht wurden die ersteren oder die zweiten Stellen früher geschwärzt. Einmal zeigten sich im Licht die Buchstaben eines Pettschafts zuerst schwarz, dann wurde die Umgebung dunkler und die Buchstaben erschienen heller, dann wieder umgekehrt die Buchstaben dunkler, wie es dann viele Tage sich erhielt. Diese Umkehrung ist leicht aus dem zu erklären, was früher über die alternirende Wirkung des Lichts auf Jodsilber mitgetheilt worden, und wäre also begreiflich, wenn nur die vertieften Figuren eines geschnittenen Steines, welcher auf derselben Platte mit dem Pettschaft gelegen hatte, auch dieselben Erscheinungen gezeigt haben würden. Dem war jedoch nicht so; diese Figuren, obgleich den Buchstaben des Pettschafts ganz analog, waren am Licht anfangs heller als der Grund, auf dem sie erschienen, dann wurden sie dunkler und blieben es mehrere Tage. Dies mag genügen die Complicirtheit dieser Erscheinung darzuthun, die zu heben mir erst nach langer Bemühung gelungen ist, wobei sich Thatsachen herausgestellt haben, die das Seltsame dieser Condensirung der Dämpfe noch sehr steigern.

Die Quecksilberdämpfe schienen mir zur Untersuchung des vorliegenden Gegenstandes das geeignete Mittel; sie wirken sehr fein, bringen einen dauernden Effect hervor, und lassen sich in verschiedentlich hoher und niederer Spannung leicht anwenden. Es war nun auch eben nicht nöthig Bilder durch Berührung zu untersuchen; das gewöhnliche Daguerre'sche Bild unterscheidet sich in Nichts von ihnen, und mußte ganz dasselbe finden lassen. Jodirte Silberplatten, oft auch noch dem Chlorjod ausgesetzt, wurden daher in die Camera obscura gebracht, die richtige Zeit darin gelassen, und dann über Quecksilber gehalten, welches nach und nach erwärmt wurde. Auf diese Weise sind die folgenden Thatsachen ermittelt worden.

Schon aus den vorübergehenden allgemeinen Gesetzen wird es klar seyn, daß man der Platte keine bestimmte Neigung gegen die Dämpfe, etwa die von 45° , welche immer angegeben wird, zu ertheilen braucht. Man kann die Platte stellen wie man will, wenn nur die Dämpfe sie zu treffen vermögen. Ich habe ferner gefunden, was überhaupt für diese Versuche zu wissen nöthig ist, daß es keine Wirkung von Quecksilberdämpfen höherer Spannung giebt, welche nicht durch Dämpfe niederer Spannung, nur in einer verhältnißmäßig längeren Zeit, erlangt werden könnte. Man braucht z. B. zu den Daguerre'schen Bildern das Quecksilber nicht zu erhitzen, sondern kann die Platte, wenn sie aus der Camera obscura kömmt, über kaltes Quecksilber legen, und man wird in einer oder mehreren Stunden das Bild in derselben Vollkommenheit erhalten. Auch die complicirten Wirkungen der Quecksilberdämpfe die ich zu beschreiben haben werde, gelingen mit Dämpfen höherer wie niederer Elasticität, nur bedürfen sie im letzten Fall eine sehr viel längere Zeit. Diefs ist darum zu wissen oft sehr gut, weil man in den vorigen Experimenten durch einmaliges Erhitzen des Quecksilbers zuweilen kein Bild erhält; man lasse

dann die Platte über dem kalten Quecksilber 12, 24 Stunden, und wenn nur sonst richtig operirt worden, so wird das Bild sich zeigen. Den wahren Grund dieses Verhaltens wird man aus dem später Mitzutheilenden leicht entnehmen.

Dies vorausgeschickt, werde nun eine jodirte Silberplatte, welche die richtige Zeit in der Camera obscura gewesen, in den Quecksilberapparat gebracht und das Quecksilber successive erwärmt. Bei 70° R. etwa wird man das gewöhnliche Bild entstehen sehen ¹⁾; man erhitze weiter bis etwa 100° R. Nimmt man jetzt das Bild heraus so ist es ein *festes* Bild, während die gewöhnlichen Bilder so sehr abwischbar sind. Man kann dieses Bild stark reiben, es verliert nur anfangs etwas von seiner Intensität, dann nicht weiter. Das nasse Reiben jedoch, vollends mit Polirmittel, ertragen diese Bilder in der Regel nicht. Ich habe dergleichen feste Bilder sehr schön und von einer ausgezeichneten Feinheit im Detail erhalten, auch so, daß ich das Quecksilber nur wie gewöhnlich bis einige 60 Grade erhitze, und die Platte dann längere Zeit über dem kalten Quecksilber liefs. Will man dergleichen Bilder ätzen, so dürften die festen besonders zu beachten seyn. Man braucht ihnen das Jod auch nicht durch unterschwefligtsaures Natron zu nehmen, weil es eben so gut durch Abreiben bewirkt werden kann. Es könnte scheinen, als ob das Quecksilber bei den festen Bildern nicht blofs adhäre, sondern mit dem Silber eine Verbindung eingegangen sey; dieß ist aber bei weitem nicht der Fall, wie man sogleich sehen wird.

Man erhitze jetzt das Quecksilber weiter, so nimmt

1) Die Temperaturen werden in verschiedenen Apparaten variiren, nach der Art wie die Platte behandelt worden, nach der Masse des Quecksilbers und der Wärmequelle durch welche dasselbe erwärmt wird, nach der Höhe der Platte über dem Quecksilber, nach ihrer Temperatur u. s. w.

die Platte ein gelbes Ansehen an, und über 120° R. hinaus wird das Bild merkwürdigerweise ein *negatives*, d. h. die hellen Parthieen des Objects erscheinen auf dem Bilde dunkel und umgekehrt die dunklen hell. Erhitzt man noch weiter, so wird dieses negative Bild fest, und reibt man es, so überzeugt man sich, daß das Quecksilber von den Stellen fortgegangen ist, an denen es vorher adhärirte, denn diese Stellen erscheinen sehr blank; dagegen adhärirt es jetzt an den Stellen auf denen es sich vorher nicht niederschlug. Sind diese negativen Bilder fest, dann hält es meistens sehr schwer, sie von der Platte herunterzubringen; selbst Flüssigkeiten und scharfe Pulver helfen hier nicht immer, und man sieht oft später nach ganz anderen Processen, z. B. in den Chlordämpfen, die deutlichsten Spuren eines solchen alten Bildes.

Diese sonderbaren Erscheinungen, welche die Quecksilberdämpfe zeigen, erklären nunmehr die vorliegende Schwierigkeit über die Art der Condensirung der Dämpfe; denn sie finden bei allen Dämpfen statt. Man lege auf irgend eine polirte Platte einen Schirm, worin Charaktere ausgeschnitten, und hauche darüber. Man entferne den Schirm, lasse den Hauch sich verziehen und behauche von Neuem, so werden die vorhin vom Wasserdampf getroffenen Stellen schwarz erscheinen; man kann diesen Versuch oft wiederholen, und stets mit demselben Resultat. Nunmehr hauche man stärker und etwas anhaltender, so werden die Charaktere in der Regel gerade umgekehrt heller erscheinen als die Umgebung, und zugleich ist das Bild dann meistens zerstört; man sieht nachher nur noch Spuren davon.

Daß die Dämpfe des Jods entsprechende Erscheinungen zeigen, ist aus dem Früheren schon zu vermuthen und wird später noch bewiesen werden, wo ich diese Dämpfe einer besonderen Betrachtung unterwerfen werde.

Wenn das angegebene Verhalten der Dämpfe bei

fortgesetzter Wirkung befreundend erscheinen sollte, so habe ich zu bemerken, daß dieses Verhalten kein anderes sey, als das des Lichts selbst, und so wende ich mich jetzt zu dem vielleicht interessantesten Satze dieser Sphäre, daß *durch die Condensirung der Dämpfe auf Platten in diesen dieselbe Modification erzeugt werde, als wenn das Licht auf sie wirkt.* Diese Identität zweier anscheinend so heterogener Bedingungen war aus den früher beschriebenen Versuchen über das Anbauchen von Flächen freilich schon zu vermuthen; ich werde jetzt die schlagendsten Beweise dafür anführen.

Es ist oft behauptet worden, daß in den Daguerre'schen Bildern ein naturgemäßes Verhältniß von Licht und Schatten vorhanden sey. Nichts kann unrichtiger seyn als diese Behauptung, und man braucht nicht viele Bilder dieser Art gesehen zu haben, um das zu wissen. Folgendes ist der wahre Zustand der Sache. Läßt man eine jodirte Silberplatte zu kurze Zeit in der Camera obscura, so zeigt sie nachher in den Quecksilberdämpfen gar kein Bild; es legt sich nur ein leichter Hauch von Quecksilber über die ganze Platte, wie nicht allein hier, sondern auch über die reine Silberplatte und über das geschwärzte Silberjodid. Läßt man die Platte eine längere Zeit in der Camera obscura, so entsteht allerdings ein Bild, worin jedoch nur das hellste sich darstellt, und, worauf es hier ankömmt, diese hellsten Parthieen zeigen sich sehr *weiß*, d. h. die entsprechenden Stellen condensiren viel Quecksilberdämpfe. Läßt man die Platte noch länger in der Camera obscura, so erhält man nachgehends ein Bild mit vielem Detail, allein die hellen Parthieen haben an Weisse verloren, sie erscheinen *grau*, d. h. sie condensiren nicht mehr so viel Quecksilberdämpfe. Läßt man die Platte noch länger in der Camera obscura, so sieht man noch immer beim Herausnehmen kein Bild; bringt man sie jedoch nunmehr in die Quecksilberdämpfe, so entsteht ein negatives Bild, d. h. die-

hellen Parthieen condensiren gar kein Quecksilber mehr. Daher kann im Allgemeinen von einem richtigen Verhältniß von Licht und Schatten gar nicht die Rede seyn.

Wenn somit das Licht auf Jodsilber wirkt, so ertheilt es ihm im zunehmenden Verhältniß die Modification die Quecksilberdämpfe zu condensiren; wirkt es aber von einem gewissen Zeitpunkt ab weiter, so nimmt es ihm diese Modification wieder, und dieß ist geschehen, noch ehe das gelbe Silberjodid seine Farbe geändert hat. Ganz dasselbe thaten vorhin die Quecksilberdämpfe bei fortgesetzter Einwirkung, und wenn sie hier bei dem letzten der beschriebenen Phänomene ein negatives Bild entstehen ließen, so würde das Licht ebenfalls dasselbe geleistet haben, wenn es längere Zeit auf die Platte gewirkt hätte. Diese Identität zwischen der Wirkung des Lichts und der der Quecksilberdämpfe ist so merkwürdig, daß ich noch andere Beweise dafür anführen werde.

Man lasse eine jodirte Silberplatte ungefähr die richtige Zeit in der Camera obscura, und lege sie hierauf unter einem gelben Glase in die Sonne. Es wird, wie ich bereits früher erwähnte, ein negatives Bild entstehen, welches nach einiger Zeit verschwindet und einem positiven Platz macht. In dem Augenblick, wo es verschwunden, bringe man die Platte in die Quecksilberdämpfe, so wird dasselbe positive Bild entstehen, wie bei fortgesetzter Wirkung des Lichts. Beide Bilder sind nicht von einander zu unterscheiden, und somit wirken auch in diesem Falle Licht und Quecksilberdämpfe identisch.

Der schönste Beweis für den in Rede stehenden Satz ist aber wohl der folgende: Soviel mir bekannt ist, hat man das *geschwärzte Silberjodid* nie anders als mit Hülfe des Lichts dargestellt. Durch Anwendung von Wärme kann man es z. B. nicht erhalten; denn erhitzt man eine jodirte Silberplatte, so nimmt sie beim Erkalten ein milchweißes Ansehn an, und wird im Licht hellgrau. Ich werde jedoch zeigen, *daß man das geschwärzte*

Silberjodid durch Quecksilberdämpfe entstehen lassen kann. Es ist vorhin angegeben worden, daß diese Dämpfe ein zuerst richtiges, positives Bild bei fortgesetzter Wirkung in ein negatives umwandeln, und daß die Platte einen Augenblick vorher ein gelbes Ansehn, dem Silberjodid entsprechend gewinnt. Hiermit verhält es sich nun so: die Dämpfe legen sich zuerst auf die hellen Parthieen, z. B. auf den Himmel einer Landschaft; bei fortdauernder Wirkung gehen sie von diesen Stellen fort, das gelbe Silberjodid kommt wieder zum Vorschein. Läßt man die Dämpfe noch weiter wirken, dann wird das gelbe Silberjodid geschwärzt, und der Himmel erscheint schwarz, obgleich alle weitere Lichtwirkung ausgeschlossen und im Dunklen operirt worden ist. So entsteht das negative Bild.

Dieses seltsame Resultat der Schwärzung des Silberjodids durch Quecksilberdämpfe war mir schon lange vorher aufgefallen, indem es eine Reihe anderweitiger Versuche auf eine unangenehme Weise störte. Es schien mir nämlich ein einfaches Mittel, die für die Wirkung der Camera nöthige Zeit zu verkürzen, dadurch möglich zu seyn, daß man die jodirte Silberplatte einen Moment der freien Sonne aussetze, sey es ehe sie in die Camera obscura gebracht wird, sey es nachher. So oft ich aber dieses Mittel prüfen wollte, und so rasch ich auch dabei verfuhr, so erhielt ich stets im Quecksilber eine schwärzliche Färbung der Platte, obgleich sie vorher, ehe sie in den Quecksilberapparat gebracht wurde, noch ihre gewöhnliche gelbe Farbe zeigte. Anzuführen ist noch, daß das von den Dämpfen des Quecksilbers geschwärzte Silberjodid eben so wenig an der Silberplatte adhärirt, und nicht besser vom unterschwelligtsauren Natron aufgelöst wird, als das vom Licht erzeugte.

Wenn hier beim Silberjodid die Einerleiheit der Wirkung des Lichts und der Quecksilberdämpfe nachgewiesen, und oben im Grunde dasselbe für die Wasser-

dämpfe gezeigt worden ist, so ist der Satz in seiner Allgemeinheit für alle Substanzen und alle Dämpfe geltend, zu wichtig, als daß nicht noch andere Beispiele davon gegeben werden sollten. Man wird diesen Satz ohne Zweifel überall bestätigt finden, wo die Dämpfe überhaupt einen sichtbaren Effekt haben, und wo man sie allmählig genug einwirken läßt, um sicher zu seyn, daß man den rechten Moment nicht verfehle. Denn es leuchtet wohl von selbst ein, daß bei einer zu starken und plötzlichen Einwirkung derselben, die eigenthümlichen Zustände der Oberfläche, welche die Entstehung von Bildern bedingen, nicht deutlich sich geltend machen können. So ist es aus derselben Rücksicht schon nöthig, den Oberflächen eine gute Politur zu ertheilen, was mich bis jetzt in der Wahl der Substanzen etwas beschränkt hat.

Die vorigen Erscheinungen am Jodsilber lassen sich nun mittelst Quecksilberdämpfen in derselben Art am reinen Silber, Platin, Kupfer, Stahl, schwarzem Glase nachweisen. Man nehme eine solche wohlpolierte Platte, bedecke sie mit einem theilweise ausgeschnittenen Schirm und setze sie den Quecksilberdämpfen aus (bei Stahl- und schwarzen Glasplatten habe ich das Quecksilber bis 90° R. und mehr erhitzt). Man wird nachher Quecksilber auf den Platten finden, und zwar natürlich da, wo die Ausschnitte des Schirms sich befunden haben. Wenn man nun den Sinn der früheren Experimente gefaßt hat, so sieht man ein, daß die Stellen (a) der Platten, welche Quecksilberdämpfe condensirt haben, in einem ähnlichen Zustande sich befinden, als die Stellen auf einer jodirten Silberplatte, welche durch das Licht der Schwärzung nahe gebracht worden sind. So wie diese letzteren schon die Eigenschaft wieder verloren haben die Quecksilberdämpfe zu condensiren, so auch die Stellen (a) der jetzigen Platten. Ist es eine Platin-, Stahl- oder Glasplatte, so kann man dies leicht beweisen, indem

man ihnen das Quecksilber durch leises, vorsichtiges Reiben oder durch eine möglichst geringe Temperaturerhöhung nimmt. Bringt man sie nun ohne Schirm von Neuem in die Quecksilberdämpfe, so werden die vorigen Ausschnitte sich wieder zeigen, aber nun umgekehrt dunkler als die übrige Platte, daher rührend, daß sich auf den Stellen, welche früher die Dämpfe condensirten, jetzt kein Quecksilber oder doch weniger lagert. Diefes ist eigentlich dasselbe Phänomen, welches im Obigen die Wasserdämpfe zeigten, und welches darin besteht, daß wenn man eine Platte theilweise behaucht, man bei späterem Behauchen den Dampf die Stellen meiden sieht, die er vorhin allein getroffen hat. Doch war es nöthig die Versuche in dieser Art hier mitzutheilen, der weiteren Experimente wegen, die man weniger gut mittelst Wasserdämpfe aufstellen würde.

Da nämlich irgend eine Platte, wenn sie Quecksilberdämpfe condensirt hat, sich, wie gezeigt, in demselben Zustand befindet, als wenn das Jodsilber vom Licht nahe geschwärzt worden, so mußten Dämpfe niederer Spannung diejenigen Zustände hervorbringen, welche beim Jodsilber der Schwärzung vorangehn, und die eine stärkere Condensirung der Quecksilberdämpfe zur Folge haben. Und nicht bloß Dämpfe niederer Spannung, sondern auch Dämpfe höherer Spannung vorausgesetzt, daß letztere nur sehr kurze Zeit wirken; denn es ist überall mit Dämpfen wie mit dem Licht, von dem man weiß, daß hohe und niedrige Intensitäten auf das Jodsilber dasselbe leisten, nur in verhältnißmäßig verschiedener Zeit. Ich wiederholte also den vorigen Versuch, indem ich eine polirte Platte mit einem ausgeschnittenen Schirm den Dämpfen des Quecksilbers, welches bis zu 60 Graden erhitzt wurde, sehr kurze Zeit aussetzte. Als die Platte herausgenommen wurde zeigte sie nichts; allein sie befand sich doch in demselben Zustade als eine jodirte Silberplatte, welche die richtige Zeit in der Camera

obscura gelassen worden. Nachdem sie nämlich von Neuem den Quecksilberdämpfen ausgesetzt wurde, aber frei und ohne Schirm, entstand das Bild der vorigen Ausschnitte, und zwar, wie erwartet wurde, nunmehr in der Art, daß die früher unbedeckten Stellen heller erschienen, und also mehr Quecksilber condensirten. Durch wiederholentliches Erhitzen des Quecksilbers gewann das Bild an Stärke, wie man es häufig auch bei den Daguerre'schen Bildern, und in der Regel an Bildern sieht, welche durch Wasserdämpfe entstehen. Das spätere Behauchen läßt in der Regel die Bilder letzterer Art klarer und bestimmter sehen, weil die Wasserdämpfe, wie alle übrigen Dämpfe, die angefangene Wirkung auf die Substanz der Oberfläche fortsetzen, und mit der Zeit sogar umkehren können.

In dem vorliegenden Experiment sind zweimal Quecksilberdämpfe angewandt worden, das erste Mal so schwach oder doch so kurze Zeit, daß sie keinen sichtbaren Niederschlag lieferten. Man kann statt dieser ersten Quecksilberdämpfe auch Dämpfe anderer Art, z. B. Joddämpfe anwenden, und mit demselben Erfolg. Man lasse auf einzelne Stellen einer Silberplatte Dämpfe dieser Art wirken, aber so kurze Zeit, daß sie keine Färbung des Silbers hervorzubringen im Stande sind, etwa den vierten Theil der Zeit, welche das erste Gelb erfordert. Bringt man nunmehr die Platte in die Quecksilberdämpfe, so lagert sich dasselbe gerade an den Stellen, die vorher von den Joddämpfen getroffen worden sind.

Daß die Joddämpfe auf das Silber so wirken wie das Licht, ist aus dem Vorigen zu entnehmen, und es ist im Grunde gleichgültig, ob das Licht zuerst auf eine reine Silberplatte wirkt, und man sie nachher jodiren lasse, oder ob man sie erst den Joddämpfen aussetzt und dann dem Licht. Aber auch auf das schon gebildete Jodsilber wirkt der Joddampf in derselben Art wie das Licht. Setzt man eine Silberplatte dem Jod aus, so

wird sie erst gelb, dann bei fortgesetzter Einwirkung roth, rosa, blau Ohne Zweifel kann man diese Farbenreihe aus der verschiedenen Dicke der Jodsilberschicht ableiten; allein das Licht bringt doch, zweckmäfsig angewandt, eine ähnliche Folge der Farben hervor, wenn es die Oberfläche nämlich nicht zu rasch schwärzt. Bei dieser letzteren Art verändert sich die Dicke der Schicht des Silberjodids nicht; auch würde man, wollte man die verschiedenen Farben hieraus allein erklären, die Schwierigkeit vorfinden, dafs, nach Draper's Beobachtung ¹⁾, die späteren Farbenntüancen zur Hervorbringung eines Bildes immer unbrauchbarer werden, indem sie zur Condensirung der Quecksilberdämpfe wenig geschickt sind. Von der Dicke der Jodschicht kann dieser letzte Umstand nicht bedingt werden, weil es, wie wir sehen werden, noch dickere Schichten giebt, die zur Erzeugung eines Bildes nach demselben Autor wiederum sehr brauchbar sind. Dagegen wird dieses Verhalten der späteren Farben gegen die Quecksilberdämpfe daraus begreiflich, dafs das Licht, wie oben gezeigt worden ist, ganz dasselbe leistet, und bei fortgesetzter Einwirkung das Silberjodid eben so unfähig macht jene Dämpfe zu condensiren. Licht und Quecksilberdämpfe schwärzen das Jodsilber; der Joddampf bewirkt diefs aber auch; denn Draper giebt an, was richtig ist, dafs bei fortgesetzter Wirkung des Jods die Silberplatte nach der blauen Farbe ein metallisches Aussehn annahme, herrührend von einer Schicht schwarzen Silberjodids, welche zur Condensirung von Quecksilberdämpfen und zur Hervorbringung eines Bildes nicht mehr gebraucht werden kann. Auf folgende Art habe ich mich von der Schwärzung des Silberjodids durch den Joddampf selbst überzeugt. Nachdem eine Platte hinreichend lange diesen Dämpfen ausgesetzt gewesen war, brachte ich sie in eine heifse wässrige Auflösung des unterschwefligtsauren Natrons; es blieb ein

1) *London and Edinb. phil. Magazine* u. s. w. September, 1841.

schwärzliches Pulver zurück, welches leicht abwischbar war, und geschwärztes Silberjodid ist.

Nachdem das Jodsilber vom Licht geschwärzt worden, so wird dasselbe, wie schon gezeigt, grünlich gelb, und wie die früher beschriebenen dreizehntägigen Versuche in der Camera obscura lehrten, durch die anhaltende Wirkung des Lichts erst roth und dann blau gefärbt. Somit äußert sich die Wirkung des Lichts auf das schwarze Silberjodid dahin, daß dasselbe nach und nach gelb oder grünlich gelb, roth, blau gefärbt wird. Dasselbe aber bewirkt nach Draper die fortgesetzte Wirkung des Joddampfs. Nachdem die Platte das metallische Ansehn angenommen, wird sie nun nach seinen Beobachtungen gelb, roth, grün Uebersieht man vorerst geringe Farbenunterschiede, so ist also die Wirkung des Lichts und des Joddampfs auf Silberjodid mit Bezug auf die Färbung gleich; sie ist es auch, wie schon angegeben, mit Bezug auf die Fähigkeit des Jodids die Quecksilberdämpfe zu condensiren und vom unterschwefligtsauren Natron aufgelöst zu werden.

Mit den Farbenunterschieden hat es folgende Bewandniß. Es ist *a priori* schon einzusehen, daß beim Jodiren die auf einander folgenden Farben nicht immer dieselben seyn werden; denn die Oberfläche des Silbers wird nicht ganz homogen, nicht überall ganz gleich jodirt, nicht gleiche Temperatur an allen Stellen haben, und eben so wenig werden die Joddämpfe gleichmäßig verbreitet seyn. Meine noch weiter ausgedehnten Versuche, als es von Draper geschehen ist, zeigten den zweiten Cyclus der Farben nahe gleich dem ersten, und z. B. mit einem reinen Gelb anfangend. Der dritte Cyclus dagegen fing mit einem grünlichen Gelb an, welches in der Mitte der Platte entstand, während nach den Rändern zu alle vorigen Farben der Reihe nach zu sehen waren. Offenbar deshalb, weil die Joddämpfe in der Mitte am stärksten gewirkt hatten, und neben einander die

die früheren Farben sehen ließen, während zu gleicher Zeit die Farben sich mischten und an Reinheit verloren. Wenn man eine solche ungleich gefärbte Platte dem Licht aussetzt, so wirkt dasselbe auf die früheren Farben jedes einzelnen Cyclus intensiver als auf die späteren Farben, und die Platte gewinnt bald ein sehr gleichmässig gefärbtes Ansehen.

Man kann nicht zweifeln, daß diese Reihenfolge von Farben sich beim Jodiren einer Silberplatte sehr oft wiederholen werde, und auch beobachtet werden könnte, wenn nur der Uebelstand zu vermeiden wäre, daß die verschiedensten Farben zugleich auf der Platte vorhanden sind, ein Uebelstand, der bei fortgesetztem Versuch immer erleblicher wird. Bei dem Licht habe ich schon in dem früheren Theil dieser Abhandlung ähnliche Alternationen der Einwirkung wahrscheinlich gemacht, und beide Arten gleichen sich auch darin, daß jeder folgende Cyclus eine längere Zeit erfordert als der vorangegangene.

Wenn wir nun auf das Daguerre'sche Verfahren einen Rückblick werfen, so ist es klar, daß die große Empfindlichkeit, die dasselbe zur Folge hat, mit darauf beruhen wird, daß das Jod in Dampfform auf das Silber wirkt. Ich zweifle, ob Jodsilber, auf andere Weise bereitet, dieselben Vortheile gewähren würde. Wahrscheinlich wirken die Dämpfe des Chlor- und Bromjods in ähnlicher Art fördernd, und selbst das Quecksilber übt in diesem Sinne einen Einfluß. Dadurch, daß sie in Dampfform an die Platte treten, vermindern sie die Zeit, welche dem Licht in der Camera obscura bewilligt werden muß. Für das Chlor- und Bromjod läßt sich dies daraus schließen, daß sie eine Silberplatte, welche im reinen Joddampf kaum eine Farbe erhalten hat, sehr rasch gelb, roth, rosa färben, und daß man die Platten nachher sogar wieder den einfachen Joddämpfen aussetzen kann, ohne ihre Empfindlichkeit im Mindesten zu stören. —

Ich werde es vorläufig bei diesen Erscheinungen bewenden lassen, durch welche ich bewiesen zu haben glaube, daß *Berührung, Condensirung von Dämpfen und Licht auf alle Substanzen dieselben Effecte haben*. Die Unterschiede, welche vorkommen, lassen sich auf die verschiedene Intensität der erzeugenden Ursache und auf die größere oder geringere Tiefe, bis zu welcher die Wirkung sich erstreckt, zurückführen. So z. B. erhält man viel schwerer als man glaubt das eigentliche schwarze Silberjodid in größerer Menge bei etwas intensivem Licht, wie bei dem der Sonne, und die verschiedenen Farben des Jodids vollends gar nicht. Denn ein solches intensives Licht schwärzt rasch die äußerste Oberfläche und verwandelt sie auch rasch wieder in gelbes Jodid, während etwas tiefer liegende Theilchen erst später geschwärzt werden, und auf diese Weise, selbst innerhalb der geringen Schicht, welche die Sphäre der Lichtwirkung ausmacht, die verschiedenartigsten Zustände zugleich vorhanden sind. Bei den Quecksilberdämpfen sieht man ebenfalls verschiedenartige Effecte, je nach ihrer Elasticität, entstehen, positive und negative Bilder, vollkommen abreibbare oder sehr feste u. s. w.

Der allgemeinste Satz, den ich über den Einfluß der genannten Ursachen (Berührung, Condensirung und Licht) aufzustellen vermag, ist der, *daß durch sie die Affinität aller Substanzen für die Dämpfe modificirt werde*, so daß sie sich dann an ihnen in größerem oder geringerem Grade niederschlagen und adhäriren. Wie hinreichend gezeigt worden, ist in der That die Modification der Substanzen eine doppelte, und kann sowohl eine stärkere als schwächere Condensirung zur Folge haben.

Wenn ich den ausgesprochenen Satz auf alle Substanzen ausgedehnt habe, so wird man diese Verallgemeinerung nicht für unerlaubt halten: denn die vorigen Versuche bilden ein Ganzes, in der Art, daß ein Schluß

von dem einen auf den anderen ganz motivirt ist. Wenn z. B. die *Berührung* dem flüssigen Quecksilber jene Modification ertheilt, so ist keine Frage, daß auch die Wasserdämpfe, daß auch das *Licht* sie ihm ertheilen werde, falls man den Versuch zweckmäßig anstellt. Aus diesem Gesichtspunkt betrachtet, sind die Versuche auf mannichfache und hinreichend heterogene Körper ausgedehnt, daß kein vernünftiger Grund abzusehen wäre, ihre Allgemeinheit in Frage zu stellen. Auch die Bedingung, daß die Oberflächen der Körper meistens polirt seyn müssen, thut der Allgemeinheit des Satzes keinen Eintrag; denn diese Bedingung muß nur deshalb erfüllt werden, um die Veränderungen sichtbar zu machen zu können. Sonst habe ich manche Körper in den Bereich dieser Versuche gezogen, die gar nicht polirt gewesen sind.

Es ist undenkbar, daß die in Rede stehende Modification der Substanzen nicht von anderen physikalischen und chemischen Erscheinungen als den bisher betrachteten, begleitet seyn sollte; schon das unterschweflichtsaure Natrium giebt vorläufig in letzter Beziehung einen Wink. Es löst das Silberjodid in den verschiedenen Stadien jener Modification verschiedentlich leicht auf, und das geschwärzte Silberjodid gar nicht; somit könnte durch Ertheilung dieser Modification eine und dieselbe Substanz sich an ihrer Oberfläche chemisch verschieden zeigen, worüber Versuche entscheiden müssen. Von vielen anderen Vermuthungen, die sich aufdrängen, will ich nur die anführen, daß die betrachtete Modification möglicherweise nahe mit dem bis jetzt so dunklen Phänomen der Phosphorescenz zusammengehöre. Der Uebergang dahin scheint durch eine merkwürdige Entdeckung von Riefs vermittelt ¹⁾, nach welcher polirte Platten, sogar aus leitenden Substanzen bestehend, welche auf der Bahn der elektrischen Entladung sich befanden, oder auf welche

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XXXIII S. 85. — Repertorium der Physik, Bd. VI S. 180.

die Elektrizität auch nur in Form von Lichtbüscheln geströmt hat, nachher Stellen zeigen, die beim Behauchen keinen Wasserdampf annehmen, und welche offenbar in demselben Zustand sich befinden, den wir vorhin auf so verschiedene Weise haben entstehen sehen. Von der anderen Seite ist es aber bekannt, daß wenn der elektrische Funke über eine geeignete Substanz dahin streift, dieselbe nachher phosphorescirend wird, daß hier die verschiedenfarbigen Gläser von ähnlichem Einfluß sind wie bei den sogenannten chemischen Wirkungen des Lichts. Ja es scheint, als wenn sogar schon durch Berührung der Zustand des Phosphorescirens, ohne daß man den Werth dieses Mittels erkannte, hervorgebracht sey ¹⁾. Doch muß auch dieß weiteren Versuchen anheim gestellt bleiben.

Ich kehre nunmehr zu der Aufgabe dieser Abhandlung, die Wirkung des Lichts auf die Retina betreffend, zurück. Ich denke der Zustand der Aufgabe hat sich geändert, und die Hypothese, die ich aufgestellt, wird nicht mehr gewagt erscheinen. Wenn das Licht in allen Körpern eine und dieselbe Modification hervorruft, dann wird dieß auch in der Substanz der Retina der Fall seyn; nichts ist natürlicher. Die Fragen, wie die Retina den Grad der Empfindlichkeit verändere, wie sie den normalen Zustand der Erregbarkeit wieder herstelle, sind, wenn auch nicht definitiv, doch schon annähernd zu beantworten. Die Modification, welche das Licht bewirkt, ist ihrer Natur nach verschiedener Grade fähig, und kann außerdem durch eine und dieselbe Lichtintensität in sehr verschiedener Zeit hervorgebracht werden. So zeigen die vorigen Versuche, daß es Mittel gebe, eine jodirte Silberplatte ohne Chlor- oder Bromjoddämpfe mehr oder minder empfindlich zu machen, durch Berührung z. B.

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XXXXVI S. 613.

Eben so leicht als diese Modification hervorgerufen wird, so leicht ist sie für gewöhnlich wieder aufzuheben. Die Versuche lehren, daß sie schon von selbst, ohne äußeres Hinzutun, vergebe; und Draper fand sogar, daß jodirte Silberplatten, die nur noch des Quecksilbers bedurften, um ihr Bild zu zeigen, wenn man sie mehrere Tage lang im Dunkeln liegen läßt, kein Bild im Quecksilberapparat mehr liefere, obgleich das Jodid sich nicht verändert hat und gegen das Licht noch vollkommen empfindlich ist. Man übersehe nun auch nicht, worauf ich schon aufmerksam gemacht habe, daß die Modification, die wir auf den Silberplatten durch das Licht hervorrufen, um nachher ein Bild zu erhalten, dem Grade nach viel bedeutender sey, als diejenige, deren es zum Sehen bedarf. Diesen geringen Grad der Modification wieder aufzuheben dürfte eine kurze Ruhe schon ausreichend seyn. Treibt man es beim Sehen aber weiter, indem man anhaltend ein und dasselbe, volleuds stark beleuchtete Object fixirt, dann kommt bekanntlich auch die Retina auf ihren normalen Zustand sobald nicht wieder, und es können sogar bleibende Nachtheile davon entstehen. Diese höheren Grade jener Modification hatten die Bilder, welche Riefs nach elektrischer Einwirkung entdeckte, und die er nach mehr als vier Jahren noch wahrnehmen konnte. Von solchen Graden abgesehen, werden die ersten Stadien überaus leicht aufgehoben, durch ein geringes Reiben, ein etwas starkes Behauchen u. s. w. Solch unbedeutende Umstände wirken darauf, daß wenn man, wie ich oft beobachtet habe, eine polirte Silberplatte nur einige Minuten liegen läßt, das Jodiren eine viel längere Zeit erfordert, als wenn man die Platte unmittelbar den Joddämpfen aussetzt. Man wird diess nicht so leicht erklären; denn die Lichtwirkung verlangt bei denselben Platten, obgleich sie gleichmäßig und wie alle andere jodirt sind, ebenfalls eine viel längere Zeit.

Man sieht, durch welche geringfügige Ursachen der modificirte Zustand der Oberflächen verändert und zerstört werden kann, und dann ist abzusehen, weshalb das System von Nachbildern, wenn auch immer im Auge vorhanden, doch im Allgemeinen nicht sehr störend einwirkt. Der Druck der äußeren Augenmuskeln, dessen Wirkung bis auf die Retina sich erstreckt, wirkt in dieser Beziehung dabei fördernd, eben so wie die beständige Bewegung des Auges, welche die verschiedensten Zustände auf die einzelnen Theile der Nervenbaut hinter einander hervorruft. Außerdem ist am Ende dieser Abhandlung nicht zu vergessen, was wir im Verlauf derselben nur nicht geltend machen wollten, um nicht jede weitere Forschung kurz abzuschneiden, daß die Retina ein organisches Gebilde sey, und daß die Nervensubstanz überhaupt sich so leicht wieder ersetzt.

N a c h t r a g ¹).

In meinem Aufsatz über den Proceß des Sehens u. s. w. habe ich gezeigt, daß durch die Berührung irgend welcher Substanzen die Wirkungen des Lichts hervorgebracht würden, und daß man auf diese Weise genaue Abbilder des berührenden Körpers erlangen könne. Die Feinheit, mit welcher bei gelungenen Versuchen, z. B. gravirte Figuren sich darstellten, machten es mir bei näherer Erwägung jedoch sehr unwahrscheinlich, daß gerade eine genaue materielle Berührung nothwendig sey, und ich überzeugte mich auch bald nachträglich, daß eine solche in der That bei den meisten Versuchen nicht genau stattgefunden habe. Weder die berührenden Körper, noch die Silberplatten, auf welche sie sich in der Regel abbilden, waren so eben, um einen durchgängigen Contact möglich zu machen. Somit schien hier eine Wirkung in der Entfernung stattzufinden, welche direct

1) Aus einem Schreiben des Hrn. Verf. vom 2. Juni.

zu prüfen vor Allem nöthig war. Auf eine mit vielen gravirten Figuren versehene Achatplatte wurden schmale Glimmerstreifen gelegt und auf diese die Silberplatte, so dafs die Entfernung zwischen den beiden Oberflächen ; Linie betrug und ein bequemes Hindurchsehen erlaubte. Als nach einigen Stunden die Silberplatte in die Quecksilberdämpfe gebracht wurde, zeigte sich ein deutliches Bild aller auf der Achatplatte befindlichen Figuren. Auf ähnliche Weise habe ich andere Körper, sogar in gröfserer, aber nicht gut zu messender Entfernung abgebildet, und den merkwürdigen Satz gefunden, dafs *wenn zwei Körper hinreichend genähert werden, sie sich auf einander abbilden*. Es wird nöthig seyn darauf aufmerksam zu machen, dafs bei diesen Versuchen alles fremde Licht ausgeschlossen worden, dafs ich die Versuche des Nachts, sogar ohne Kerzenlicht, anstellte, dafs die Körper sich in einem dunklen Kasten in einem finsternen Zimmer befanden, und dafs, was die Hauptsache ist, fremdes auf die einander genäherten Körper fallendes Licht das Abbilden derselben gar nicht erklärlich machen würde. Denn die Körper von einander getrennt zu halten, ist die eine Art des Experiments, die andere ist die, wo die Körper auf einander liegen, z. B. eine Silberplatte auf einer Achat- oder anderen Platte, was sollte hier fremdes Licht bewirken?

Trotz dem glaube ich nicht, dafs durch diese Versuche eine neue Kraft der Körper nachgewiesen sey, ich bin vielmehr der Meinung, dafs sie zu einem andern Resultat führen, nämlich *dafs man jeden Körper für einen selbstleuchtenden wird erklären müssen*. Diese Eigenschaft wird nach meinen bisherigen Versuchen durch fremdes Licht nicht erst erregt, wie z. B. bei der Phosphorescenz: vielmehr machte es keinen Unterschied, ob die Körper lange Zeit im Dunkeln erhalten wurden, oder ob sie vor dem Versuch einige Zeit in der Sonne gelegen hatten. Nachdem die Achatplatte viele Tage dem Licht

entzogen worden, legte ich sie, zur Hälfte wohlbedeckt, in die freie Sonne. Als sie sich nachher auf einer Silberplatte abgebildet hatte, war kein Unterschied zu Gunsten der beleuchteten Hälfte wahrzunehmen.

Giebt man dieses Selbstleuchten der Körper zu, nimmt man ferner an, was ich auch anderweitig beweisen zu können glaube, daß die schräg von der Oberfläche ausfahrenden Strahlen von einer viel geringeren Wirkung seyen, als die senkrechten; dann hat es keine Schwierigkeit die Deutlichkeit der Abbilder, selbst in etwas größerer Entfernung, zu erklären. Auch daß die Erwärmung des abzubildenden Körpers sehr oft vortheilhaft wirke, sieht man dann leicht ein; denn da die Wärme, in gehörigem Grade angewandt, sogar ein Glühen hervorbringt, so ist es natürlich, daß schon die niederen Grade derselben den Zustand des Selbstleuchtens und damit die in Rede stehenden Wirkungen steigern. Uebrigens scheint die Kraft des Selbstleuchtens den verschiedenen Körpern in verschiedenem Grade beizuwohnen und die Politur einen fördernden Einfluß darauf auszuüben, obgleich die vergleichenden Versuche in dieser Beziehung ziemlich schwierig seyn werden.

Ich habe bis jetzt, in der Regel auf Silber, sich abbilden lassen: reines Silber, jodirtes Silber, Messing, Eisen und Stahl (besonders den Stempel einer Münze), violettes und rothes Glas, schwarzes polirtes Horn, weisses, mit Schriftzügen versehenes Papier, Gyps, Glimmer, Achat, Kork, und habe keinen Körper gefunden, mit dem, der Versuch mißlungen wäre. Somit kann wohl angenommen werden, daß die Kraft des Selbstleuchtens allen Körpern beiwohne, da die Reihe der untersuchten bunt genug ist. Die Kraft muß unter Umständen für verhältnißmäßig sehr bedeutend erachtet werden, denn ich habe das Bild vieler Körper, sogar auf der reinen Silberplatte, in 10 Minuten erhalten, was auf eine kräftige Wirkung schliessen läßt. Da es zum Theil dunkle

Körper gewesen waren, welche sich abbildeten, so gelangt man zu dem Satz, daß da, wo für die Retina Finserniß ist, noch eine sehr bedeutende Lichtstrahlung stattfinden könne, die sich auf geeignete Substanzen deutlich genug kund giebt. In so kurzer Zeit, wie die genaunte, erhält man freilich nur durch die anhaltende Wirkung der Quecksilberdämpfe niederer Spannung Bilder; weil, wie ich gezeigt habe, diese Dämpfe, wie überhaupt alle, die vom Licht angefangene Wirkung fortsetzen. Sonst aber bedarf es auch keiner Dämpfe bei den vorliegenden Versuchen, und wenn man z. B. eine jodirte Silberplatte irgend einem Körper im Dunklen nahe bringt, und der Wirkung nur die nöthige Zeit gönnt, dann zeigt die Platte nachher das Bild, indem an denjenigen Stellen, welche der Wirkung am kräftigsten ausgesetzt gewesen, das Silberjodid *geschwärzt* ist, obgleich alles ausgeschlossen worden, was die Retina Licht nennen würde. In dieser Art ist der Versuch von mir sehr oft angestellt worden.

Bei dem nunmehrigen Stande der Sache geht es nicht wohl an den Einfluß der Berührung oder des Drucks auf die Oberflächen der Körper zu untersuchen, weil die Wirkungen, die man stets erhält, vorläufig auf Rechnung der von allen Körpern ausgehenden Lichtwirkungen gesetzt werden müssen. Inzwischen zweifle ich doch an dem Einfluß des Drucks nicht, denn ich glaube hinreichend bewiesen zu haben, daß auf der Retina bei dem Proceß des Sehens nichts anderes vor sich gebe, als auf allen übrigen Substanzen beobachtet wird, wenn ihre Oberflächen von Lichtstrahlen getroffen werden, und dann ist es erlaubt nun umgekehrt einen Schluß von den Erscheinungen der Retina auf ähnliche andere Substanzen zu ziehen. Da bei ihr der Druck so entschieden dieselben Phänomene wie das Licht hervorbringt, so wird dasselbe bei den übrigen Körpern stattfinden, obgleich der eigentliche Beweis bis jetzt dafür nicht geliefert werden

kann. Verhält es sich doch ähnlich mit der Electricität; auch sie bringt im Auge Eindrücke hervor wie das Licht, und man hätte hieraus vermuthen können, daß dasselbe auch für die anderen Substanzen gelten werde, wenn nicht durch die schönen Versuche von Riefs jede Vermuthung hier unnöthig wäre, da dieselben dieß direct beweisen.

II. Künstliche Sonne?!

Man bringe, — so sagt Hr. Boutigny in einer brieflichen Notiz in den *Compt. rend. T. XIII p. 633* — eine mit einem Loch versehene Hohlkugel von polirtem Metall oder glasurtem Porcellan zum Weißglühen, und schütte (10 bis 15 Grm.) flüssiger wasserfreier schwefliger Säure hinein. Gleich darauf stecke man auch zwei Thermometer in die Kugel, das eine in die Säure selbst, das andere einige Centimeter darüber. Dieses wird sogleich auf 300° C. steigen und platzen; jenes dagegen auf 11° C. *unter Null* fallen!

Nun frage ich, — setzt Hr. B. hinzu — ist dieß nicht Herschel's Sonne? — Eine glühendheiß, leuchtende Hülle und ein eiskalter Kern!