
I. *Ueber das Latentwerden des Lichts; von
Ludwig Moser.*

Ich werde im Folgenden beweisen, daß es so gut ein latentes Licht gebe als eine latente Wärme, daß beide unter denselben Umständen entstehen, unter denselben Umständen in den freien Zustand übergehen, und daß, wenn ein Körper seinen Aggregatzustand ändert, man dies nicht mehr ansehen könne, als allein durch die Wärme bedingt; das Licht nimmt ebenfalls Theil daran. Für das latente Licht muß ich freilich dieselbe Vergünstigung in Anspruch nehmen, die man der latenten Wärme längst bewilligt hat, nämlich die Frage unbeantwortet lassen zu dürfen, wie man sich einen solchen Zustand denken solle. Seitdem Deluc und Black in der Mitte des vorigen Jahrhunderts die latente Wärme entdeckten, ist nichts geschehen, dies so seltsame Verhalten einer Kraft begreiflich zu machen; und doch hat man bloß aus dieser Ursache das Factum nicht in Abrede stellen können. Eben so wenig wird man, wie ich hoffe, die Unbegreiflichkeit eines gebundenen Zustandes des Lichts als eine Instanz gegen die Existenz desselben geltend machen. Die Beweise sind in beiden Fällen wohl gleich bündig. Allerdings bringt es die eigenthümliche Lage, in welcher sich die Sphäre des Lichts befindet, und welche keine eigentliche Bestimmung der Intensität erlaubt, mit sich, daß auch bei dem latenten Licht quantitative Messungen nicht möglich sind. Dafür jedoch glaube ich die Kenntniß des letzteren in einer anderen Rücksicht so entwickeln zu können, wie es mit der latenten Wärme bis jetzt nicht gelungen ist, und selbst nach den großen Ent-

deckungen Melloni's in der Wärmelehre sobald auch nicht gelingen dürfte.

In dem Aufsatz über den Prozeß des Sehens u. s. w.¹⁾ habe ich gezeigt, daß das Niederschlagen von Dämpfen ähnliche Wirkungen auf die condensirenden Körper übe, als das Licht. Es bedarf jedoch jetzt einer neuen Definition dieses Agens, weil, nachdem ich das Vorhandenseyn unsichtbarer Lichtstrahlen nachgewiesen, die Retina aufgehört hat, die entscheidende Instanz dafür abzugeben. Die allgemeinste Definition, welche ich für jetzt aufzustellen vermag, wäre diese, daß durch das Licht die Oberfläche aller Körper so modificirt werde, um die Dämpfe anders als sonst zu condensiren. Eine Platte jodirten Silbers, welche die Wirkung der Lichtstrahlen in einer Camera obscura erfahren, giebt, wenn man sie nachgehends den Quecksilberdämpfen aussetzt, ein einfaches Beispiel für diese Definition.

Man gestatte hier, wo ich genöthigt bin, für das Licht eine bestimmte Definition aufzustellen, einen vergleichenden Blick auf die Sphäre der Wärme, wodurch der Werth derselben besser zu würdigen seyn möchte. Der menschliche Organismus wird von beiden Kräften, vom Licht wie von der Wärme, afficirt, und giebt im Allgemeinen über ihr Vorhandenseyn Aufschluß. Allein so wie man sich genöthigt gesehen hat, von den subjectiven Empfindungen der Wärme zu abstrahiren, so muß man es nunmehr auch in Bezug auf das Licht. Obgleich das Auge außerordentlich empfindlicher für die letztere Kraft ist, als das Gemeingefühl für die Wärme, obgleich dasselbe sogar die relativen Grade der Brechbarkeit zu unterscheiden vermag, so entgeht ihm doch eine Gruppe von Lichtstrahlen ganz, die eine größere Brechbarkeit als die gewöhnlichen prismatischen Strahlen haben. Somit genügt das menschliche Auge der Aufgabe nicht, das Vorhandenseyn von Lichtstrahlen in einem bestimmten Falle nachzuweisen, und sogar innerhalb der Gruppe der

1) Im Heft VI. dieses Jahrgangs.

ihm zugänglichen Strahlen behauptet es Verhältnisse der Intensität, welche von der Mehrzahl anderer Körper nicht bestätigt werden, und die entweder von dem eigenthümlichen Bau der Retina, oder davon herrühren, daß diese Nervenhaut nicht unmittelbar den Lichtstrahlen ausgesetzt ist, sondern hinter brechenden Substanzen sich befindet, welche sehr wohl eine ungleiche Absorption auf Strahlen verschiedener Oscillationsdauer üben mögen.

Als man bei der Wärme von den subjectiven Empfindungen abstrahirte, war man mindestens glücklich genug, eine objective Wirkung dieser Kraft zu entdecken, welche sie auf alle Körper ziemlich einförmig ausübt; die Messung ihrer Intensität ist die unmittelbare Folge hiervon gewesen. So weit sind wir mit dem Lichte keinesweges gelangt, und von einer Messung seiner Intensität kann, wenn man es mit Strahlen verschiedener Brechbarkeit zu thun hat, für jetzt noch keine Rede seyn. Ehe man die ausdehnende Wirkung der Wärme kannte, wäre folgende Definition für diese Kraft erlaubt, wenn auch practisch nicht sehr brauchbar gewesen: Wärme sey dasjenige, welches, auf einzelne Stellen einer Oberfläche wirkend, dieselben so modificire, daß sie Dämpfe verschiedener Art anders als sonst condensiren. Diese Definition wäre richtig, nur deshalb nicht sehr brauchbar gewesen, weil es zur Natur der Wärme gehört, sich sowohl nach Außen, als innerhalb derselben Substanz, nach allen Seiten hin zu verbreiten. Wenn dagegen das Licht die Stellen einer Oberfläche afficirt hat, so sieht man von dieser Verbreitung nichts, wovon die oft wunderbare Schärfe eines Daguerre'schen Bildes den besten Beweis liefert. Somit ist in der Sphäre des Lichts die ähnliche Definition practisch brauchbarer und die Condensirung von Dämpfen ein gutes Hülfsmittel, das Vorhandenseyn einer Lichtwirkung nachzuweisen, wenn es auch nicht im Stande ist, zu einer Messung derselben zu führen. Steht hiernach dieses Reagens für das Licht, wie

auch ein anderes, später mitzutheilendes, dem Reagens für die Wärme oder dem Thermometer beträchtlich nach, so bietet dafür das erstere, wie sich später ergeben wird, Vortheile eigenthümlicher Art, die dem Instrument für die Wärme gänzlich abgehen.

Indem ich zu dem eigentlichen Gegenstande mich wende, verweise ich auf meine früheren Versuche, welche auf so mannichfache Weise den Satz feststellen, daß die Condensirung von Dämpfen denselben Zustand als die directe Einwirkung des Lichts hervorbringt. Selbst ganz specielle Effecte des Lichts, wie die Schwärzung des Silberjodids, können durch die Condensirung von Quecksilberdämpfen hervorgebracht werden, worüber ich dort mehrere Beispiele angeführt habe. Ich erinnere nur deshalb an diese Erscheinung, um hinzuzufügen, daß ich denselben Effect durch dieselben Dämpfe auch beim salpetersauren Silberoxyd, mit dessen Auflösung Papiere bestrichen worden waren, beobachtet habe, um ferner hinzuzufügen, daß diese sehr frappante Beobachtung nicht einmal neu sey, sondern bereits vor einigen Jahren gemacht worden, obgleich man darauf nicht das mindeste Gewicht gelegt hat, und zu legen auch nicht wohl veranlaßt werden konnte, da dieselbe nur in ihrem Zusammenhange mit anderen Thatfachen die wahre Bedeutung erhält. Bayard nämlich hat die Bemerkung gemacht, daß wenn man Papiere, worauf Brom- oder Chlorsilber sich befindet, aus der Camera obscura nimmt, ehe noch eine Spur des Bildes darauf zu sehen ist, und dieselben hierauf den Quecksilberdämpfen aussetzt, die Stellen, welche vom Lichte getroffen wurden, schwarz erscheinen.

Wenn der Niederschlag von Dämpfen Lichtwirkungen hervorbringt, so ist man berechtigt, hieraus auf die Existenz latenten Lichts, als zur Dampfform gehörig, zu schließen, so wie man aus dem Freiverden von Wärme unter denselben Umständen auf einen latenten Zustand derselben geschlossen hat. Es bleibt hier vorläufig nur

noch zu zeigen, wie auch der umgekehrte Prozeß, das Verdampfen, Lichtwirkungen zur Folge habe, und dieß ist in der That beim Verdampfen von Wasser, Alkohol und Aether von mir beobachtet worden. Ich habe hiezu Platten von Silber, Gold, Kupfer, Neusilber, Glas genommen; man kann aber Flüssigkeiten von jeder beliebigen Oberfläche verdampfen lassen, wenn sie nur keine bleibenden Veränderungen hervorbringen, und man außerdem die stattgefundene Lichtwirkung zu documentiren vermag. Versuche dieser Art sind übrigens, wenn sie vollkommen gelingen sollen, nie ganz leicht; denn selbst destillirtes Wasser hinterläßt auf sehr gut polirten Körpern gern Spuren, besonders wenn es in größser Menge angewandt worden ist. Doch ist es mir auf folgende Weise gelungen, unzweifelhafte Resultate zu erhalten. Man tauche eine sehr kleine Thermometerkugel in gut destillirtes Wasser und schreibe mit dem adhären- den Tropfen auf der Platte, ohne daß die Kugel berühre. Man kann es dahin bringen, daß das Wasser nur an einzelnen Stellen der Platte in concreter Form sich befinde, während es über den größten Theil nur als ein Hauch gegangen ist, der für diese Versuche ganz genügend ist. Oder man verfähre so: auf irgend einen passenden Körper befestige man Streifen von Filtrirpapier und benetze sie sehr wenig mit destillirtem Wasser. Hierauf berühre man die polirte Oberfläche nur einen Moment mit diesen Streifen, welches ebenfalls genügend ist. Sollte die verdampfende Flüssigkeit trotzdem Spuren zurückgelassen haben, wie es beim Alkohol und Aether gewöhnlich der Fall ist, beim Wasser aber meistens von den pulverförmigen Substanzen herrührt, welche zum Poliren angewandt worden, so kann man diese Spuren behutsam abreiben. Gut ist es außerdem, diese Operation unter einem feuchten Tuche vorzunehmen. Nachdem nun z. B. eine Silberplatte die Wirkung des verdampfenden Wassers, Alkohols oder Aethers erfahren, setze man sie

den Dämpfen des Wassers, Quecksilbers, Jods, oder den Dämpfen der Salzsäure, des Chlor und Bromjods u. s. w. aus; in allen Fällen wird ein vollkommen deutliches Bild entstehen, durch die Wasserdämpfe in der Regel am stärksten, im Quecksilber oft erst nach längerer Einwirkung, und bei Anwendung von Joddämpfen mitunter nur schwach. Allein man hat dann nur nöthig, die jodirte Platte ins Tageslicht zu legen, um auch hier ein starkes Bild zu erhalten. Hat man von anderen Metallen als von Silber, Flüssigkeiten verdampfen lassen, so kann man mit ihnen nachgehends, wie mit dem Silber verfahren, und irgend einen der genannten Dämpfe, und sogar mehrere von ihnen nach einander, anwenden, um sich von der stattgefundenen Lichtwirkung zu überzeugen. Anführen will ich noch, daß wenn man von einem Daguerre'schen Bilde, wie es aus der Camera obscura kommt, heißes Wasser verdampfen läßt, das Bild vollkommen zerstört wird. Es rührt dieß von einem Lichtprozeß her, wie sich aus den später mitzutheilenden Sätzen ergeben wird.

Sonach ist es klar, daß die Verdampfung eben so gut Lichterscheinungen hervorbringt, als die Condensirung von Dämpfen, und ich stelle es dem Ermessen der Physiker anheim, dieß Resultat auch auf den Uebergang des festen Aggregatzustandes in den flüssigen, und umgekehrt, auszudehnen, und diese Uebergänge eben sowohl für Lichtprozesse als für Wärmeprozesse zu erachten. Ich erlaube mir, bei der Neuheit und Wichtigkeit dieser Sache, darauf aufmerksam zu machen, daß (um innerhalb des empirisch Bewiesenen stehen zu bleiben), wenn man einen Dampf von einer bestimmten Elasticität und Temperatur und irgend eine Platte, ebenfalls von einer bestimmten Temperatur hat, die Condensirung des Dampfes hierdurch allein noch nicht gegeben ist, sondern noch von den Lichtprozessen abhängt, denen die Platte ausgesetzt worden war. Dieß Sachverhältniß ist allein schon im Stande, den Antheil zu beweisen, welchen das Licht

an der Aenderung des Aggregatzustandes hat. Obgleich eine Silberplatte z. B. eine und dieselbe Temperatur überall hat, so werden doch von einzelnen, ganz bestimmten Stellen ihrer Oberfläche die Wasserdämpfe stärker oder schwächer condensirt, je nach der Art der Lichtwirkung auf diesen Stellen.¹⁾ Dasselbe gilt für die Condensirung der Dämpfe von Quecksilber, Jod, Chlor u. s. w.; sie hängt eben so sehr von dem Licht als von der Wärme ab, und daß ein solches Resultat allgemein gelte, geht aus der sonstigen Verschiedenheit der von mir untersuchten Dampfarten hinlänglich hervor. Während nämlich die Wasserdämpfe sich leicht an Silberplatten niederschlagen, verdampfen sie eben so rasch wieder, und zeigen also keine Adhäsion oder eine sehr geringe. Die Quecksilberdämpfe zeigen condensirt eine dauernde Adhäsion, da die Daguerre'schen Bilder sich mit der Zeit nicht wahrnehmbar verändern. Allein das ist bei ihnen merkwürdig, daß sie sich mit der Substanz des Silbers, so wie auch mit der des Goldes und sogar des Zinks, wie es scheint, nicht verbinden, während das Quecksilber in flüssiger Form eine so große Verwandtschaft zu diesen Substanzen hat. Der Joddampf endlich verbindet sich mit dem Silber chemisch. Trotzdem also, daß diese Dämpfe sich anderweitig so sehr verschieden zeigen, stimmen sie doch darin überein, daß ihre Condensirung durch die Wirkung des Lichts so gut bedingt ist, als durch die Wärme. Ja aus den Daguerre'schen Bildern allein hätte man die wichtige Resultat schon ableiten können, wenn die richtige Einsicht in den Prozeß, der sie entstehen läßt, früher vorgelegen hätte.

Ich wende mich nunmehr zu der interessanteren Frage

1) Wegen der stärkeren und schwächeren Condensirung verweise ich auf meinen früheren Aufsatz, Seite 214, wo ich die Quecksilberdämpfe in dieser Beziehung näher untersucht habe. Die Wasserdämpfe unterscheiden sich hierin von den Quecksilberdämpfen nicht, und kehren bei höherer Spannung die Bilder eben so leicht um.

bei dem latenten Licht, nämlich zur Bestimmung der *Farbe* desselben. Diese Bestimmung ist eben so wichtig, als sie schwierig ist, und sie ist mir nach vielen Anstrengungen erst bei einigen Dampfarten, allein da auch mit hinlänglicher Sicherheit, gelungen. Wichtig ist diese Untersuchung schon deshalb, weil man sonst leicht in den Fall kommen könnte, gegen den so richtigen Satz, daß die Condensirung von Dämpfen, wie das Licht wirke, Thatsachen anzuführen, als Einwendungen anzuführen, während dieselben, aus dem Gesichtspunkte betrachtet, daß die verschiedenen Dampfarten im Allgemeinen verschieden farbiges Licht gebunden enthalten, gerade die auffallendsten Bestätigungen desselben abgeben.

Als ich zuerst den Lichteffect bei dem Niederschlag der Dämpfe fand, beschäftigte mich die Untersuchung, in wiefern bei ihnen etwas der Farbe Analoges vorkomme, anhaltend und ohne allen Erfolg. Ich glaubte damals, daß vielleicht der verschiedene Grad der Elasticität der Wirkung der verschiedenen Farben des Spectrums entsprechen möchte; allein diese Meinung wurde widerlegt, als sich der Satz fand, daß es keine Wirkung von Quecksilberdämpfen höherer Spannung gebe, welche nicht auch durch dieselben Dämpfe niederer Spannung erreichbar sey, vorausgesetzt, daß sie dann um so länger wirkten. Somit lag bei den Quecksilberdämpfen in der Skale ihrer Elasticitäten nichts, welches sich mit den verschiedenen Farben hätte vergleichen lassen. Dieser Dampfart etwas Besonderes in dieser Beziehung zuzuschreiben, wäre gar nicht motivirt gewesen; viel wahrscheinlicher war es bei allen Dampfarten vorauszusetzen, daß die Dauer der Wirkung die höhere Elasticität ersetzen werde. Nur solche Dämpfe, wie die des Wassers, konnten davon eine scheinbare Ausnahme machen, in sofern sie auf den Platten nicht zu bleiben pflegen, sondern wieder verdampfen, und dadurch Gelegenheit zu einem doppelten Lichtprozeß geben. Die in Rede stehende Frage blieb sonach

unbeantwortet, bis ich zur Einsicht über die Wirkung der Condensation von Dämpfen, als hervorgehend aus dem Licht, das in der Dampfform gebunden war, gelangte. Nunmehr konnte kein Zweifel mehr obwalten, daß jede Dampfart eine bestimmte Art von Licht gebunden haben würde, entweder Strahlen einer einfachen Farbe, oder von mehreren solcher, aber in einem bestimmten Verhältniß zusammengesetzt.

Nachdem die Aufgabe somit gegeben war, überzeugte ich mich jedoch bald, daß dasjenige, was wir bis jetzt über die Wirkung der verschiedenen Farben des Spectrums wissen, nicht ausreiche, die latente Farbe nur einer einzigen Dampfart mit Sicherheit anzugeben. Und zwar sind die bisherigen Kenntnisse nicht deshalb ungenügend, weil zu wenige Stoffe in ihrem Verhalten gegen das Licht untersucht worden; ich glaube im Gegentheil, man hat noch hinlänglich an der einen Substanz, dem Jodsilber, zu studiren, und ich kenne bis jetzt nur eine Frage, die ich nachher anführen werde, deren Beantwortung durch das Silberjodid allein nicht möglich erscheint, und von Substanzen anderer Art erwartet werden muß. Ich werde es daher bei dem Jodsilber hauptsächlich bewenden lassen, und betrachte die Lösung der folgenden Aufgabe als die Bedingung jedes weiteren erheblichen Fortschritts in dieser neuen Sphäre, namentlich was die Bestimmung der latenten Farbe anbetrifft. Die Aufgabe ist diese:

Es hat eine Lichtwirkung auf Silberjodid stattgefunden, mag sie nun äußerlich schon wahrnehmbar seyn oder nicht, man soll finden, durch welche Farbe diese Wirkung hervorgebracht worden ist.

Es ist mir nicht gelungen, diese Aufgabe zu erschöpfen, allein ich glaube einige nicht unwichtige Schritte zu ihrer Lösung gethan zu haben, die bereits zu bemerkenswerthen Resultaten führen.

Nach der Darstellung in meinem Aufsatze über den

Prozess des Sehens, gestaltete sich der Einfluss der verschiedenen brechbaren Strahlen auf das Jodsilber in der Art, dass die violetten und blauen Strahlen eine Wirkung anfangen und bis zur Schwärzung des Jodids fortführen konnten; dies ist das beim Chlorsilber seit Scheele bekannte Factum. E. Becquerel hatte die Entdeckung hinzugefügt, dass die rothen Strahlen zwar keine Wirkung anfangen, allein die angefangene kräftig fortsetzen könnten, ebenfalls bis zur Schwärzung. Endlich hatte ich beobachtet, dass die gelben und grünen Strahlen das geschwärzte Jodid wiederum in den Zustand farbigen Jodids zurückversetzten. Somit schienen die Farbengruppen blau, roth, gelb, wie ich sie der Kürze halber nennen werde, qualitative Unterschiede in ihrer Wirkung auf Jodsilber zu zeigen, und zwar auf die seltsame Weise, dass sich die Wirkung mit der Brechung (oder bestimmter gesprochen mit der Oscillationsdauer) nicht zusammenstellen ließ. Denn die Wirkung wurde angefangen von den Strahlen größter Brechbarkeit, fortgesetzt durch die Strahlen kleinster, und noch weiter fortgeführt durch diejenigen mittlerer Brechbarkeit. Das schien mir bei näherer Betrachtung sehr unglaublich, und ich werde unmehr auch zeigen, dass diese Art von Auffassung ganz irthümlich ist.

Das wahre Verhalten ist dieses: *Die Strahlen jeder Brechbarkeit wirken auf das Jodsilber ganz gleich* und es giebt kein positives Resultat, welches nicht durch Strahlen aller Art zu erreichen wäre. *Der einzig reelle Unterschied besteht darin, dass eine und dieselbe Wirkung verschiedene Zeiten verlangt, damit sie von den verschiedenen farbigen Strahlen hervorgebracht werde*, und zwar so, dass wenn die Wirkung, auf irgend eine Art gemessen, als Function der Zeit dargestellt wird, diese Function für die verschiedenen Farben sehr verschiedene Formen haben wird.

Zum Beweise dieses Satzes werde ich zuerst anfüh-

ren, daß durch farbige Gläser aller Art das Silberjodid geschwärzt werden kann. Bei den violetten, blauen, grünen, gelben und orangenen wird hierüber gar kein Bedenken obwalten; ich habe deren in großer Anzahl zu untersuchen Gelegenheit gehabt und in der Sonne operirend niemals lange auf ihre Wirkung zu warten brauchen. Nur wegen der rothen Gläser könnte man ungewiß seyn; ich besitze dergleichen, bei welchen ich beobachtet zu haben glaubte, daß sie das Silberjodid in seiner ursprünglichen Färbung erhielten und also keine Wirkung anzufangen vermöchten. Das jedoch fand sich nunmehr bei näherer Untersuchung als herrührend von der Art, wie ich früher den Versuch angestellt, indem ich nämlich auf jodirte Silberplatten ein gleichmäßig gefärbtes rothes Glas gelegt hatte. Unter solchen Umständen ist es schwer, die langsame Wirkung dieser Gläser zu erkennen. Allein man bringe irgend eine Zeichnung auf solche Gläser an, indem man einzelne Stellen undurchsichtig macht, und man wird dann wahrnehmen, daß die rothe Farbe so gut eine Wirkung anzufangen vermöge, als die übrigen Farben, wenn auch nicht so rasch. Meinem Freunde Dulk ging es mit solchen Versuchen, welche er früher angestellt, ähnlich wie mir; er glaubte von einer dunkelrothen Glocke, daß unter ihr keine Schwärzung des Chlorsilbers, selbst nicht nach Tagen, vor sich gehe. Als ich jedoch unter diese Glocke eine jodirte Platte hinter einem Schirm anbrachte, war nach einigen Stunden schon das vollständige Bild seiner Ausschnitte zu sehen.

Also theilen alle Farben mit dem Blau die Eigenschaft, eine Wirkung anzufangen und bis zur Schwärzung fortzuführen, nur bedürfen sie dazu einer sehr verschiedenen Zeit. Bei dieser Gelegenheit muß ich mir jedoch eine kleine Digression erlauben, die einer Täuschung entgegenarbeiten soll, in die man wohl gerathen kann. Man sagt, ein blaues oder violettes Glas lasse

wenig Lichtstrahlen durch und wirke auf das Jodsilber kräftig, während ein gelbes, rothes u. s. w. viele Lichtstrahlen hindurchlasse und schwach wirke. So aber glaube ich, darf man sich nach dem jetzigen Standpunkte der Sache nicht mehr ausdrücken; es hiesse dem Urtheil des Auges mehr Gewicht beilegen, als dasselbe verdient. Das weiß man zuletzt wohl, daß unsere Retina von Gelb, Orange am stärksten afficirt wird, so daß, wenn ihm das prismatische Spectrum zur Beurtheilung dargeboten wird, es diese Farben für die hellsten erklärt. Wäre die Retina eine Substanz, wie das Jodsilber, oder wäre sie frei den Lichtstrahlen ausgesetzt, so würde ihr Urtheil anders lauten; unter denselben Umständen würde ihr dann das Violett oder die von Ritter entdeckten dunklen Strahlen die hellsten seyn, d. h. es würden dann diejenigen Strahlen auf sie den stärksten Eindruck hervorbringen, welche sie bei der wirklichen Beschaffenheit nur schwach oder gar nicht wahrnimmt. So wie die Retina und verschiedene Verbindungen des Silbers, so verhält es sich auch mit anderen Körpern, welche bis jetzt der Lichtwirkung ausgesetzt worden; immer sind es Strahlen einer gewissen Oscillationsdauer, die am wirksamsten befunden worden. Diefs lehrt, wie mir scheint, daß diese Körper im Grunde alle nicht geeignet sind, die relativen Intensitäten von Licht verschiedener Farbe mit einander zu vergleichen, diese Körper so wenig als die Retina; und daher kann der Aussage der letzteren, ein violettes Glas lasse wenig Strahlen hindurch und ein gelbes viele, keine Gültigkeit an und für sich zugeschrieben werden. Hiervon abgesehen, finden wir die Strahlen verschiedener Brechbarkeit, mit Bezug auf die Schwärzung des Silberjodids, allerdings in Bezug auf die Zeit verschieden, deren sie dazu bedürfen, allein auch nur hierin verschieden. Und nunmehr sieht man ein, daß dieser Effect sich der Oscillationsdauer anschließt, so daß man sagen kann, je größer diese Dauer für eine Gattung von Strah-

len, desto längere Zeit werden dieselben brauchen, eine Wirkung auf das Jodid anzufangen, und bis zur Schwärzung desselben fortzuführen.

Ich komme nunmehr zu der besonderen Wirkung, welche die rothen Strahlen haben sollen, eine angefangene Wirkung weiter fortführen zu können. Schon in dem Aufsatz über den Prozeß des Sehens habe ich Zweifel gegen die eigenthümliche Wirkung dieser Gattung von Strahlen erhoben, ja ich habe sogar die hauptsächlichste Thatsache schon mitgetheilt, durch welche eine solche Ansicht widerlegt wird; nur habe ich die Wichtigkeit dieser Thatsache, im Drange so vieler anderen, nicht hinlänglich hervorgehoben. Allerdings, wenn man mit den gewöhnlichen Strahlen des Sonnen- oder Tageslichts operirt, also z. B. ein Daguerre'sches Bild hervorbringen will, dann werden die rothen Strahlen sich als kräftig fortsetzende bewähren; denn hier ist die Wirkung angefangen von den blauen, violetten und den Ritter'schen dunklen Strahlen. Nun aber habe ich eine andere Gattung Lichtstrahlen entdeckt und beschrieben, diejenigen, die jeder Körper, wie es scheint ohne Ausnahme, aussendet, weil jeder ein selbstleuchtender ist, Strahlen, welche sich dadurch kund geben, daß zwei einander hinlänglich genäherte Körper sich auf einander abbilden, obgleich alles ausgeschlossen ist, was die Retina Licht nennen würde. Ich nenne sie die *unsichtbaren Lichtstrahlen*, zum Unterschiede von den dunklen Ritter'schen an dem violetten Ende des Spectrums; ich könnte sie auch die brechbarsten Strahlen nennen, denn es wird sich zeigen, daß ihre Brechbarkeit größer sey, als die der gewöhnlichen Lichtstrahlen. Sie fehlen übrigens, wie ich beweisen werde, dem Tageslicht und der Sonne, und sind schon deshalb mit jenen dunklen Strahlen nicht zu verwechseln. Wenn nunmehr das unsichtbare Licht eine Wirkung auf Jodsilber angefangen hat, dann werden die violetten oder blauen Strahlen dieselbe fortführende Kraft

zeigen, als die rothen sie haben, wenn das sichtbare Licht gewirkt hat. Man lege auf eine jodirte Silberplatte Körper irgend welcher Art, entweder berührend, oder in einiger, nicht grosser Entfernung davon, damit noch möglicherweise, wegen der Ausbreitung der Lichtstrahlen, ein Bild entstehen könne. Man erhalte die Körper in dieser Lage so kurze Zeit, daß sie noch keine sichtbare Veränderung des Jodids, also noch kein äusserlich wahrnehmbares Bild hervorbrachten. Legt man jetzt die jodirte Platte unter einem blauen, ja sogar unter einem violetten Glase in das Sonnen- oder Tageslicht, so wird sehr rasch das Bild in allen seinen Details entstehen, während die rothen und gelben Strahlen in diesem Falle bei der anhaltendsten Wirkung nur Spuren des Bildes erscheinen lassen. Das ist es, was ich bereits in meinem früheren Aufsätze angegeben hatte und woraus folgt, daß sich die blauen Strahlen bei dem unsichtbaren Licht, wie die rothen bei dem sichtbaren, in Bezug auf die Fortführung verhalten. Von den zahlreichen Versuchen, die ich hierüber angestellt, und welche alle dasselbe Resultat ergeben haben, werde ich hier nur einen anführen, weil ich doch bei der latenten Farbe der Dämpfe auf diesen Gegenstand zurückkommen muß, und ihn überhaupt in einer Art zu erledigen hoffe, daß man mir die ermüdende Aufzählung gleichlautender Versuche erlassen wird. Ich jodirte eine Silberplatte und legte eine gravirte Messingplatte, eine eben solche Silberplatte und einen geschnittenen Stein darauf, während des kurzen Zeitraums von nur zwei Minuten, und in der sogenannten Finsterniß. Es war nachher natürlich nicht das Mindeste auf der Platte zu sehen; allein unter dem blauen Glase in der schwachen Sonne erschienen die Bilder schon nach wenigen Minuten, und zwar diejenigen der metallischen Körper mit allem Detail. Somit hatten die unsichtbaren Lichtstrahlen schon in zwei Minuten vollständige Bilder hervorgebracht. Unter gelben und rothen

Gläsern wäre nach dieser kurzen Einwirkung wahrscheinlich gar kein Bild zum Vorschein gekommen; denn Strahlen dieser Farben bringen überhaupt nur nach langer Einwirkung Bilder der unsichtbaren Lichtstrahlen zur Wahrnehmung, und dann auch nur Spuren derselben.

Allgemeiner ausgesprochen, würde das so eben Entwickelte folgender Art lauten: Wenn Strahlen irgend einer Brechbarkeit N eine Wirkung angefangen haben, so können Strahlen von einer Brechbarkeit $N-n$ diese Wirkung fortsetzen, wo n einen bestimmten Werth hat. Wählt man es kleiner, liegen also die Strahlen, welche die Wirkung fortführen sollen, denjenigen Strahlen zu nahe, welche dieselbe anfangen, dann wird kein Bild entstehen. Ist n umgekehrt zu groß, dann wird das Fortführen ebenfalls gering und für den Versuch beinahe Null seyn. Somit fiel auch dasjenige, was man fortführende Kraft, wiewohl nicht ganz passend, nennt, mit dem Brechungsindex zusammen. Ich wiederhole übrigens, daß wenn ich von Brechung, Brechungsindex u. s. w. spreche, ich mich damit nur dem Sprachgebrauche zu accomodiren wünsche; eigentlich wäre die Oscillationsdauer dafür zu setzen, welches inzwischen in sofern doch wenig nützen würde, als man die Function jener Dauer, von welcher die Wirkung des Lichts auf die Körper abhängt, nicht kennt.

Nimmt man noch den Satz hinzu, dessen Beweis in Rede steht, daß nämlich die Dauer der Wirkung einer gewissen Gattung von Strahlen ein Aequivalent für ihre geringere Brechbarkeit sey, so daß also z. B. eine aushaltendere Wirkung gelben Lichts dasselbe bewirkt, als eine kurze Wirkung von violetten Strahlen, so wird man alle Erscheinungen der sogenannten Fortführung verstehen. Wenn man eine jodirte Silberplatte kurze Zeit den gewöhnlichen Lichtstrahlen in einer Camera obscura aussetzt, dann sind nachgehends allein die rothen Strahlen im Stande, ein sichtbares Bild hervorzubringen; die gelben und grünen Strahlen werden es unfehlbar nicht her-

vortreten lassen. Haben die sichtbaren Strahlen länger gewirkt, dann könnte man sich also die Sache so vorstellen, als wenn Strahlen von einer gröfseren Brechbarkeit, als selbst die violetten oder die dunklen an der Gränze des Spectrums liegend, die Wirkung angefangen hätten; dann werden gelbe und sogar grüne Strahlen das angefangene Bild fortsetzen und sichtbar machen. Beweise hierfür durch Thatsachen kann ich übergehen, da sie in meinem früheren Aufsatz bereits enthalten sind. Wenn nun ferner die unsichtbaren Lichtstrahlen ein Bild angefangen und nur kurze Zeit gewirkt haben, so werden die blauen und sogar noch die grünen Strahlen eine fortwirkende Kraft zeigen, die violetten aber nicht. Haben sie längere Zeit gewirkt, dann werden die violetten Strahlen dasselbe vermögen u. s. w.

Um das Voranstehende, welches practisch so wichtig ist, vielleicht übersichtlicher vorzustellen, werde ich einzelnen Strahlen bestimmte Brechungsverhältnisse beilegen, nämlich den

	unsichtbaren	blauen
das Verhältniß	$N \overbrace{N(1-n)}$	$N(1-2n)$
	gelben	rothen Strahlen
	$N(1-3n)$	$N(1-4n)$

Wirken nun die blauen Strahlen *kurze Zeit*, so führen die rothen die Wirkung fort, d. h. Strahlen, die sich in dem Brechungsverhältnisse von $2nN$ unterscheiden. Wirken die unsichtbaren Strahlen *kurze Zeit*, so setzen die blauen, mit derselben Differenz von $2nN$, die Wirkung fort. Haben die blauen Strahlen *lange Zeit* gewirkt, so kann man es ansehen, als wenn Strahlen einer noch gröfseren Brechbarkeit, also z. B. die unsichtbaren Strahlen mit dem Brechungsindex $N(1-n)$ gewirkt hätten, und dann setzen die gelben Strahlen die Wirkung fort u. s. w. Man wird auf diese Exemplification keinen anderen Werth legen, als damit beabsichtigt wird, nämlich den Zusammenhang der Oscillationsdauer mit

mit der Fortführung und die Einerleiheit der Wirkung aller Strahlen in dieser Beziehung zu erläutern.

Ich wende mich nunmehr zu der eigenthümlichen Wirkung, welche die gelben und grünen Strahlen haben sollen, das geschwärzte Silberjodid wiederum in farbiges zu verwandeln¹⁾, worüber in dem Aufsätze über den Prozeß des Schens vielfältige Beweise angeführt worden sind. Die zweckmäsigste Art, Versuche hierüber anzustellen, ist die, daß man in der Camera obscura ein negatives Bild entstehen läßt, wo also die hellen Parthieen des Objects dunkel erscheinen, und daß man hierauf ein solches Bild unter einem gelben oder grünen Glase in die Sonne oder ins Tageslicht legt. Es wird dann ein positives Bild, indem das schwarze Jodid entfärbt, und das noch nicht afficirte geschwärzt wird. So ist der Versuch von Gaudin angestellt worden (*Comptes rendus u. s. w. Juin 1841*). Ich werde nunmehr zeigen, daß diese seltsame Eigenschaft nicht den gelben oder grünen Strahlen allein zukomme, sondern allen übrigen eben so gut, und daß auch hierin zwischen den verschiedenen Farben nur ein Unterschied, mit Bezug auf die Zeit, beobachtet wird. Man lege eine jodirte Silberplatte in demjenigen Stadium, in welchem sie den Quecksilberdämpfen ausgesetzt zu werden pflegt, unter einem rothen Glase in die Sonne oder ins Tageslicht, so wird ein negatives Bild entstehen. Bringt man dasselbe in seinen ersten Stadien unter ein gelbes Glas, so wird es positiv, unter grüne und blaue Gläser gelegt, wird es nicht po-

1) Zu bemerken ist hierbei, daß ich mit der Bezeichnung „farbiges Silberjodid“ bloß die Erscheinung ausspreche, und über die chemische Natur dieses, durch fortgesetzte Wirkung des Lichts erhaltenen Stoffs eine Meinung weder äußern will noch kann. Es läßt sich übrigens beweisen, daß derselbe Zustand, in welchem sich das Jodsilber in diesem Stadium befindet, physikalisch genommen, auch auf einfachen Körpern, wie Silber, Eisen u. s. w. durch eine anhaltende Wirkung des Lichts zu erreichen ist, nur wird dieser Gegenstand später eine ausführlichere Behandlung verdienen.

sitiv. Ist das negative Bild jedoch weiter vorgerückt, d. h., hat man es längere Zeit unter dem rothen Glase erhalten, dann werden auch die grünen Strahlen es nachgebends positiv machen, und dann endlich sogar die blauen und violetten. Dieses Resultat ist so interessant, daß ich darüber einen oder den anderen Versuch von den gemachten mittheilen werde. Eine jodirte Silberplatte wurde 3 Minuten in der Camera obscura gelassen und hierauf unter ein röthlich-gelbes Glas gelegt. Es entstand zuerst ein negatives Bild, welches später in ein positives überging. Als das letztere eben im Entstehen begriffen war, wurde es unter ein violettes Glas gebracht und entwickelte sich nummehr sehr stark. Ferner wurde an einem mäßig hellen Tage eine jodirte Silberplatte 11 Stunden in der Camera obscura gelassen; es zeigte sich nachher ein schönes negatives Bild, indem die hellen Parthieen grünlich, die dunklen röthlich erschienen. Als die Platte unter ein dunkelblaues Glas gelegt wurde, war nach einer halben Stunde schon ein starkes positives Bild zu sehen, welches sich nun in vielen Tagen nicht weiter veränderte.

Man übersieht nummehr die Art, wie die verschiedenfarbigen Strahlen auf das Jodsilber wirken; sie alle schwärzen es und verwandeln es dann wieder in farbiges Jodid. Nur werden diese beiden Prozesse sehr verschiedene Zeit erfordern, je nach der Brechbarkeit der Strahlen. Hierüber läßt sich noch näher Folgendes angeben. Man denke sich den Grad der Färbung des Silberjodids durch die Ordinaten einer Curve ausgedrückt, während die Abscissen die Zeit vorstellen, so wird es mit diesen Curven so stehen. Bei den blauen, violetten und den Ritter'schen dunklen Strahlen wird die Curve verhältnißmäßig sehr rasch steigen und das Maximum erreichen, welches dasjenige bedeutet, was man gewöhnlich Schwärzung nennt. Von diesem Punkte aus wird die Curve sich sehr allmählig der Abscissenaxe wieder

nähern. Für die gelben und rothen Strahlen wird die Curve einen entgegengesetzten Verlauf haben; anfangs langsam und allmählig sich dem Maximum zuwendend, wird sie nachher steil herabgehen und sich rasch der Abscissenaxe nähern. Was die unsichtbaren Lichtstrahlen anbelangt, so lehren die Versuche, daß die Curve, welche ihre Wirkung darstellt, anfangs rasch steigt, aber doch so bald das Maximum nicht erreicht, als dies bei den violetten Strahlen der Fall ist; denn obgleich sie eine Schwärzung hervorbringen, wie ich dies schon im Nachtrage zu dem früheren Aufsatz angeführt, und nachgehends oft bestätigt habe, so geschieht dies doch erst nach längerer Zeit. Freilich giebt es kein Mittel, die Intensität dieser unsichtbaren Strahlen zu messen und mit der violetten Strahlen zu vergleichen; inzwischen haben doch meine Versuche gelehrt, daß die ersteren sehr rasch, z. B. in zwei Minuten, eine Wirkung auf das Jodid anzufangen vermögen. Wenn violette oder blaue Strahlen so rasch eine Wirkung aufgefangen hätten, so wäre ihnen die Schwärzung früher gelungen. Von dem Maximum aus fehlen mir Versuche, den weiteren Verlauf der Curve für die unsichtbaren Lichtstrahlen charakterisiren zu können.

Ich muß bei dieser Gelegenheit einen Irrthum berichtigen, zu dem mein früherer Aufsatz Veranlassung geben kann. Als ich dort die Wirkung der gelben und grünen Strahlen beschrieb, erwähnte ich, daß man dieselben Phänomene auch durch das Tageslicht und die freie Sonne erreichen könne. Dies ist richtig; allein bei der damaligen Ansicht über die Wirkung der drei Farbengruppen mußte ich annehmen, daß diese Art der Einwirkung von Sonnen- und Tageslicht durch den Antheil gelber und grüner Strahlen, welche darin enthalten sind, bedingt sey, und dies ist nicht richtig. So eben ist bewiesen worden, daß die violetten und blauen Strahlen das geschwärzte Jodsilber zu entfärben vermögen, wie die gelben und grünen, und ich kann nunmehr hinzufü-

gen, dafs wenn unzerlegtes Licht diese Wirkung äufsert, man dieselbe gröfstentheils dem Antheil blauer oder violetter Strahlen zuschreiben mufs. In denjenigen Fällen nämlich, wo die blauen Strahlen ein negatives Bild nicht umkehren, weil es noch in einem zu frühen Stadium sich befindet, kehrt auch das Tages- oder Sonnenlicht dasselbe nicht um. Somit wirkt hierbei das unzerlegte Licht, wie das violette oder blaue, und leider ist diese Thatsache allgemein. Nach so mannigfachen Versuchen, wie ich sie angestellt, ist mir keine Erscheinung bekannt, welche beim Silberjodid die Wirkung des unzerlegten Lichts von der des violetten, blauen Lichts, oder der der Ritter'schen dunklen Strahlen gehörig unterschiede. Diefs ist eben der Umstand, dessen ich oben erwähnte und der es wahrscheinlich nöthig machen wird, aufser dem Jodsilber noch andere Stoffe in ihrem Verhalten gegen verschiedenfarbiges Licht zu untersuchen. Wie fatal dieser Umstand sey, wird man nachher bei der Bestimmung der latenten Farbe der Wasserdämpfe sehen.

Nimmt man nun den Satz von der Einerleiheit der Wirkung aller Farben auf das Jodsilber als bewiesen an, so scheint er die Lösung der eigentlichen Aufgabe, um welche es sich handelt, nämlich aus einer stattgefundenen Wirkung des Lichts dessen relative Brechbarkeit zu erkennen, eher unmöglich zu machen, als zu fördern. Denn wenn die Condensirung von Quecksilberdämpfen z. B. eine Lichtwirkung hervorgebracht hat, so würde es sonach nicht angehen, die Farbe des latenten Lichts dieser Dampfsart zu bestimmen, weil alle Farben denselben Effect hervorzubringen vermögen, und sich nur durch Intensitätsverhältnisse unterscheiden, wofür wir jedes Maaßes entbehren. Dem würde also seyn, und wir würden der Untersuchung über das latente Licht in ihrem wichtigsten Theile verlustig gehen, wenn es mir nicht glücklich wäre, bei der auf einander folgenden Wirkung *zweier* Arten von verschiedentlich brechbaren Strahlen

eine Eigenthümlichkeit zu entdecken, wodurch die Bestimmung der latenten Farbe der Dämpfe innerhalb ziemlich enger Gränzen bereits möglich ist, und überhaupt jene allgemeinere Aufgabe, die uns beschäftigt, der Lösung entgegengeführt wird. Ich werde diese Eigenthümlichkeit das *Nivelliren* nennen; die darauf Bezug habenden Thatsachen liefern ein für jetzt rein empirisches, allein, man gestatte den Ausdruck, fast unschätzbares Mittel, verschiedene Farben in ihrer Wirkung auf das Silberjodid zu unterscheiden. Die theoretische Betrachtung dieser Eigenthümlichkeit gehört, wie mir scheint, zu einem andern Gebiete interessanter Thatsachen, die ich bei einer späteren Gelegenheit zusammenzustellen hoffe.

Mit dem Nivelliren hat es folgende Bewandtnis: Man bringe eine jodirte Silberplatte in die Camera obscura und lasse sie darin, bis das Bild in jenes Stadium getreten ist, welches das Daguerre'sche heißen kann. Man sieht dann bekanntlich keine Spur des Bildes auf der Platte, obgleich es vorhanden ist; wie das die Quecksilberdämpfe lehren. Legt man eine solche Platte hierauf ins Tages- oder Sonnenlicht, so entsteht auffallenderweise kein Bild, die Platte wird vielmehr gleichmäßig geschwärzt. In solchem Falle werde ich sagen, daß das unzerlegte Licht das Bild nivellirt habe, denn es liefs keinen Unterschied zwischen den afficirten und nicht afficirten Stellen aufkommen. Das Frappante dieser Erscheinung steigert sich noch, wenn man die Platte etwas länger in der Camera obscura verweilen läßt, so daß schon ein deutliches (negatives) Bild entsteht. Auch dieses wird unter denselben Umständen nivellirt, und nur dann, wenn das negative Bild in höhere Stadien getreten ist, wird es weder vom unzerlegten Licht, noch von irgend einer Farbe desselben nivellirt, sondern erhält sich und geht später in ein positives über, wie das vorhin beschrieben worden ist. Dieses Nivelliren der Bilder durch unzerlegtes Licht rührt nicht von der gleichzeitigen Wirkung der ver-

schiedenfarbigen Strahlen, aus denen es besteht, her; denn das violette und blaue Licht, ja zum Theil sogar das grüne, vernag ganz dasselbe. Namentlich die beiden ersteren nivelliren unfehlbar jedes Bild innerhalb des Daguerre'schen Stadiums, ja sie nivelliren ein schon vorhandenes negatives Bild, wenn es noch nicht weit entwickelt ist, und zwar eben so gut, als das Tages- oder Sonnenlicht.

Wenn man die so eben mitgetheilte Thatsache im Sinne des über die Wirkung der einzelnen Farben aufgestellten Satzes ausbeutet, so gelangt man zu folgenden, der Wirklichkeit vollkommen adäquaten Vorstellungen über das Nivelliren. Wenn die gewöhnlichen Strahlen in einer Camera obscura sehr kurze Zeit auf das Silberjodid gewirkt haben, dann werden die Strahlen jeder Brechbarkeit das Bild nivelliren, welches immer als vorhanden vorausgesetzt werden muß, obgleich das Mittel fehlt, es wahrnehmbar zu machen. Haben die Strahlen länger gewirkt, dann werden alle Farben, mit Ausnahme der rothen, das Bild nivelliren, und zwar, weil die Strahlen dieser Farbe sich mit Bezug auf die Brechbarkeit hinreichend von den blauen Strahlen unterscheiden, welche das Bild angefangen haben. Bleibt die Platte noch länger in der Camera obscura, so kann man sich, dem Früheren zufolge, denken, es sey dasselbe durch Strahlen einer noch größeren Brechbarkeit, als die blauen, violetten oder dunklen des Spectrums hervorgebracht, und nunmehr wird eine gleichmäßige Bestrahlung von gelbem Licht das Bild nicht mehr nivelliren u. s. w. Endlich, wenn die Platte viele Stunden, ja unter Umständen einige Tage, in der Camera obscura verweilt hat, dann werden auch die blauen und violetten Strahlen das vorhandene Bild nicht mehr zu nivelliren vermögen, wie das schon gezeigt worden ist.

Jetzt wollen wir diese Betrachtung auf die unsichtbaren Strahlen ausdehnen, die sich schon vorhin als Strah-

len größter Brechbarkeit ausgewiesen haben. Sie werden auch hier diesen Charakter bewähren, und so wird das Nivelliren für jetzt das Mittel abgeben, die relative Brechbarkeit in Fällen zu bestimmen, wo die Methoden, die bei den gewöhnlichen Lichtstrahlen gebraucht werden, nicht anwendbar sind. Da die brechbarsten Strahlen des Spectrums jedes Bild innerhalb des Daguerreschen Stadiums nivelliren, so werden die unsichtbaren Strahlen es nicht minder bewirken. Dieß zu beweisen, liefs ich eine Anzahl jodirter Silberplatten die richtige Zeit in der Camera obscura, so daß sie nachher in den Quecksilberdämpfen Bilder der Gegend mit vielem Detail gegeben haben würden. Ich legte diese Platten hierauf über reines Silber, Gold, Kupfer, Spiegelmetall, jodirtes Silber, Porzellan, entweder so, daß eine Berührung (welche jedoch nur immer stellenweise war) stattfand, oder daß die Berührung durch dazwischen gebrachte Glimmerstreifen verhindert wurde. Als die Platten längere Zeit im Finstern gelegen hatten, waren ihre Bilder meistens vollständig nivellirt, zuweilen erschien noch eine Spur derselben in den Quecksilberdämpfen, aber dann nur an einzelnen Stellen der Platte. Die unsichtbaren Strahlen hatten hier also Bilder der sichtbaren Strahlen nivellirt; sie vermögen dasselbe bei Bildern, welche mit ihrer Hülfe entstanden sind, vorausgesetzt, daß dieselben sich noch in einem der früheren Stadien befinden. Auf eine jodirte Silberplatte wurden Körper aus Silber, Gold, Eisen und Horn gelegt, und eine Stunde darauf erhalten, so daß die Silberplatte das Bild derselben besaß. Nachdem jedoch eine Silber- und Eisenplatte mehrere Stunden darauf gelegen hatte, waren die Bilder nivellirt und konnten durch kein Mittel sichtbar gemacht werden. Ist jedoch das Bild, welches die unsichtbaren Strahlen gezeichnet haben, schon mehr entwickelt, dann kann es durch sie selbst nicht mehr nivellirt werden, wovon ich mich mehrfach überzeugt habe.

Was nun die sichtbaren Lichtstrahlen anbetrifft, so vermögen sie niemals ein Bild zu nivelliren, welches von unsichtbarem Licht herrührt, und hierin erweist sich das letztere, evident genug, als aus Strahlen bestehend; deren Brechbarkeit gröfser ist, als die gewöhnlichen prismatischen sie haben. Beweise hierfür mitzuthellen, wäre sehr überflüssig; denn dem Umstande, dafs die Bilder, welche von unsichtbaren Strahlen herrühren, von keinen sichtbaren zerstört werden, habe ich es, wie sich nunmehr herausstellt, zu verdanken, dafs ich die gleiche Wirkung des Lichts auf alle Körper und die Verallgemeinerung der Daguerre'schen Entdeckung auf Dämpfe aller Art gefunden habe.

Wie man sieht, giebt das Nivelliren durch Strahlen verschiedener Brechbarkeit ein so sehr erwünschtes Mittel die Gruppe der unsichtbaren Strahlen von den gewöhnlichen zu unterscheiden, und es ist gar nicht mehr nöthig, Versuche mit den Strahlen der ersteren Art in sogenannten finsternen Räumen und des Nachts anzustellen, um möglichen Bedenken vorzubeugen. Die beiden Arten von Strahlen unterscheiden sich so leicht, dafs ich an die Beantwortung der Frage gehen konnte, ob im Sonnen- oder Tageslichte Strahlen von der Brechbarkeit der unsichtbaren vorhanden seyen oder nicht. In der Camera obscura sind sie nicht vorhanden, in sofern jedes Bild innerhalb des Daguerre'schen Stadiums und sogar noch darüber hinaus, von blauem und violettem Licht nivellirt wird. Inzwischen konnte diefs möglicherweise daher rühren, dafs die Substanz der Linse diese unsichtbaren Strahlen (die man nicht mit den dunklen Ritter'schen Strahlen verwechseln darf) absorbire. Es war also nöthig, mit freier Sonne zu operiren, und zu dem Ende brachte ich über einer jodirten Silberplatte, und hinlänglich davon entfernt, einen ausgeschnittenen Schirm an, und hielt die Platte 1 oder 2 Secunden in die Sonne. Wurde sie nunmehr ohne Schirm unter ei-

nem blauen Glase in die Sonne gelegt, so entstand kein Bild. Um dieses negative Resultat auf eine positive Weise zu begründen, wurde die Platte hinter dem Schirm 3 Secunden, und während der Sonnenfinsterniß am 8. Juli, 14 Secunden der freien Sonne ausgesetzt, so daß nachher ein deutliches Bild der Ausschnitte zu sehen war. Als die Platte hierauf in die Sonne unter einem blauen Glase gelegt wurde, war das Bild nach kurzer Zeit nivellirt und völlig verschwunden. Unter rothen, gelben und grünen Gläsern entwickelten sich Bilder derselben Art vielmehr deutlicher. Somit ist es bewiesen, daß unter den verschiedenen Strahlen der Sonne die unsichtbaren Lichtstrahlen nicht enthalten seyen. Sie sind es eben so wenig im Tageslicht, wovon ich mich durch Versuche derselben Art hinlänglich überzeugt habe.

Wenn die Lichtstrahlen, welche jeder Körper als selbstleuchtender aussendet, der Sonne fehlen, so kann dieß daher rühren, daß sie bei ihrem Durchgang durch die Atmosphäre absorbirt werden. Allein es sind auch andere Ansichten hierüber, geschöpft aus den Bewegungserscheinungen elastischer Körper, möglich, welche anzuführen hier nicht am Orte wäre, schon deshalb, weil Versuche, die ich zur vorläufigen Begründung der einen oder anderen Ansicht angestellt habe, bis jetzt noch kein Resultat geliefert haben.

Nach dem vorher Entwickelten ist es nunmehr möglich, die latente Farbe einiger Dämpfe zu bestimmen, und so wende ich mich in dieser Beziehung zuerst zu dem Quecksilberdampf. Das latente Licht desselben ist nicht blau oder violett; denn diese Farben nivelliren die Bilder innerhalb des Daguerre'schen Stadiums, während die Quecksilberdämpfe es gerade hervortreten lassen. Man kann sagen, es sei zum Glück für die Daguerreotypie, daß dieser Dampf kein blaues u. s. w. Licht habe; sie wäre mit den sichtbaren Lichtstrahlen in dieser Art nicht möglich. Es versteht sich nach dem Obigen von selbst,

dafs der in Rede stehende Dampf auch kein weifses Licht gebunden habe. Auch rothes Licht kann er im latenten Zustande nicht besitzen; denn wenn man eine jodirte Silberplatte kurze Zeit in der Camera obscura läfst, so erhält man durch die Quecksilberdämpfe kein Bild, obgleich es unter rothen Gläsern sehr gut hervortreten würde. Von den mehrfachen Versuchen, welche ich hierüber anstellte, will ich nur anführen, dafs ich an einem Tage, an welchem die richtige Zeit zur Hervorbringung eines guten Daguerre'schen Bildes 10 Minuten betrug, die Silberplatte $\frac{1}{2}$, 1 Minute in der Camera obscura liefs, und nachher unter dem rothen Glase ein vollständiges (negatives) Bild erhielt. Ich liefs nun die Platte 1, 2, 3 Minuten der Lichtwirkung in der Camera obscura ausgesetzt, und brachte sie dann in die Quecksilberdämpfe; allein diese erzeugten kein Bild. Eine solche Platte blieb drei Tage über Quecksilber, welches zu verschiedenen Malen bis 60° R. und mehr erhitzt wurde; der Erfolg jedoch war eine gleichmäfsige Schicht condensirter Quecksilberdämpfe und keine Spur eines Bildes. Zu sehr verschiedenen Zeiten, und als ich die Rolle der Dämpfe im Allgemeinen schon kennen gelernt hatte, war ich von diesem Resultat vielfacher Versuche frappirt; jetzt freilich wird bei Berücksichtigung der latenten Farbe dieser Dämpfe erhellen, dafs der Erfolg kein anderer hatte seyn können. Um in dieser Beziehung noch einmal auf die Daguerreotypie zurückzukommen, mufs man es bedauern, dafs die latente Farbe des Quecksilberdampfes die rothe nicht ist; sie würde ihre Bilder nach einer sehr kurzen Einwirkung des Lichts und wahrscheinlich in einem weniger grauen Ton liefern.

Die Farbe des latenten Lichts der Quecksilberdämpfe ist gelb; alle mir bekannten Phänomene sind hiermit in Uebereinstimmung. In dem Stadium, in welchem die gelben Strahlen das Bild auf Silberjodid nicht mehr zu nivelliren vermögen, lassen es auch die Queck-

silberdämpfe hervortreten; in den früheren Stadien nivelliren die gelben Strahlen und auch die Quecksilberdämpfe Bilder, welche die gewöhnlichen Lichtstrahlen hervorbrachten. Die Schwärzung, welche gelbes Licht so leicht hervorruft, gelingt den Quecksilberdämpfen nicht minder, ja es scheint, als wenn der gewöhnliche graue oder bräunliche Ton Daguerre'scher Bilder, namentlich wenn sie viel Detail zeigen, von einer theilweisen Schwärzung des Jodids durch den Quecksilberdampf herühre. So wie das gelbe Licht am leichtesten das negative Bild, wie man es aus einer Camera obscura erhält, in ein positives umwandelt, so kehren auch die Quecksilberdämpfe bei fortgesetzter Einwirkung, oder bei einer etwas höheren Spannung das gewöhnliche Bild leicht um, wie ich dies in meinem früheren Aufsatze S. 215 bereits gezeigt habe. Das gelbe Licht bewirkt die Umkehrung, indem es das noch nicht afficirte Jodid schwärzt, und das schon geschwärzte wieder entfärbt. Der Quecksilberdampf wirkt ähnlich auf die noch nicht afficirten Stellen, welche also die Schattenparthieen des richtigen Bildes darstellen; er fängt daselbst die Wirkung an, wird auf diesen Stellen demzufolge condensirt und kehrt das Ansehen des Bildes um. Das letztere erhält sich dann, wovon ich mich in neuerer Zeit überzeugt habe, Tage lang über Quecksilber, welches, so oft man will, erwärmt wird. Hiernach wäre die von mir in dem früheren Aufsatze S. 219 ausgesprochene Meinung, nach welcher das Quecksilber sich bei fortgesetzter Einwirkung der Dämpfe von den Stellen entferne, welche es anfangs getroffen, zu modificiren.

Wenn gelbes Licht ein negatives Bild umkehrt, so tritt ein Moment ein, wo kein Bild auf der Platte unterschieden werden kann, worauf es dann später positiv wird. Entzieht man die Platte in diesem Augenblicke der Einwirkung des gelben Lichts, und setzt sie den Quecksilberdämpfen aus, so erzeugen auch diese ein po-

sitives Bild, welches von dem, unter dem gelben Glase erzeugten nicht zu unterscheiden ist. Die Quantität Quecksilberdampfs, welche sich bei der einen Art des Versuchs auf der Platte niederschlägt, ist zu unbedeutend, beide Bilder verschieden erscheinen zu lassen.

Auch das Verhalten des Quecksilberdampfes gegen Lichtwirkungen, welche von den unsichtbaren Strahlen ausgehen, ist eben so charakteristisch, als es beweisend für seine latente Farbe ist. Er zerstört niemals ein Bild, welches diese Strahlen hervorbrachten, allein er erzeugt es sehr oft erst bei anhaltender Einwirkung, wie ich diess schon S. 214 des früheren Aufsatzes angegeben; nur dann, wenn die unsichtbaren Strahlen lange gewirkt haben, entsteht ihr Bild im Quecksilberdampfe rasch. Der eigentliche Grund hiervon konnte mir damals nicht einleuchten; jetzt hat diess keine Schwierigkeit, denn mit dem gelben Lichte ist es eben so beschaffen. Es nivellirt kein Bild, welches unsichtbare Lichtstrahlen auf dem Jodsilber hervorgerufen haben; allein es dauert eine lange Zeit, selbst in der Sonne, ehe ein Bild in den früheren Stadien zum Vorschein kommt. Und auch dann sieht man in der Regel nur Spuren des Bildes, wie ich diess S. 209 schon angegeben, wahrscheinlich, weil gelbe wie rothe Gläser viele Wärmestralen durchlassen, wodurch das Jodid verändert, und der Versuch gestört wird.

Was nunmehr den *Joddampf* anbetrifft, so ist die Farbe seines latenten Lichtes *blau oder violett*. Denn dieser Dampf nivellirt unfehlbar jedes Bild innerhalb des Daguerre'schen Stadiums, ja er nivellirt sogar ein ziemlich entwickeltes negatives Bild. Also haben diese Dämpfe weder rothes, gelbes noch grünes Licht latent, und sie verhalten sich wie blaue oder violette Gläser. Erst dann, wenn das negative Bild sehr weit vorgerückt ist, wie in einem Falle, wo ich die jodirte Platte 10 Stunden in der Camera obscura liefs, nivellirt der Joddampf dasselbe auch bei der anhaltendsten Wirkung nicht. Trotz der

mannichfachen Farben, welche er dann hervorruft, ist das Bild noch immer kenntlich.

Während die Dämpfe des Jod die Bilder der gewöhnlichen Lichtstrahlen leicht und vollständig nivelliren; lassen sie Bilder von unsichtbaren Lichtstrahlen so gut hervortreten, als blaue oder violette Gläser, und sind zu diesem Behufe sehr brauchbar. Auf eine jodirte Silberplatte legte ich eine gravirte Messingplatte, einen eisernen Körper, ein Silberplättchen und einen Ring von schwarzem Horn während mehrerer Stunden. Die Platte zeigte nachher nichts; allein in die Joddämpfe gebracht, bis das gelbe Jodid eine blaue Farbe angenommen, war das Abbild der genannten Körper gut sichtbar, und entwickelte sich vollends unter einem blauen Glase mit allem Detail. Andere Beweise ähnlicher Art enthält bereits mein früherer Aufsatz.

Wenn man die Natur der Joddämpfe in Erwägung zieht, so kommt man zu dem Schlufs, daß das Jodiren der Silberplatten nicht unter allen Umständen die Empfindlichkeit derselben steigern werde. Allerdings, wenn man es mit den gewöhnlichen Lichtstrahlen, etwa in einer Camera obscura zu thun hat; dann ist es sehr nöthig, das Silber vorher zu jodiren, wobei es der Wirkung des frei werdenden blauen oder violetten Lichts ausgesetzt wird. Allein dieselbe Operation kann nichts nützen, wenn man mit unsichtbarem Licht operirt; hier muß es so gleichgültig seyn, ob man die Platte vorher jodire, als es bei den gewöhnlichen Experimenten gleichgültig seyn würde, eine jodirte Silberplatte, ehe sie in die Camera obscura gebracht wird, einer Bestrahlung von gelbem oder rothem Licht auszusetzen. Es mag freilich sonderbar klingen, wenn auf eine reine Silberplatte zuerst das Licht und dann das Jod wirken soll, um ein wahrnehmbares Bild zu erhalten; allein die Vermuthung geht aus der Natur der unsichtbaren Strahlen und aus der des Joddampfes hervor, und die Experimente bestätigen sie.

Auf eine reine Silberplatte wurden Körper aus Messing, Silber, Horn, Glas u. s. w. gelegt, nur während zwei Minuten. Als hierauf die Platte in die Joddämpfe gebracht wurde, war das Abbild der Körper schon sichtbar, wie-wohl schwach; unter dem blauen Glase oder im Tageslicht wurden die Bilder stärker, und zeigten viel Detail. Aehnliche Versuche habe ich oft anzustellen Gelegenheit gehabt, und mich überzeugt, daß das Silberjodid gegen das reine Silber, mit Bezug auf unsichtbare Strahlen, keinen Vortheil größerer Empfindlichkeit gewähre. Der einzige Umstand, daß sich diese Platten am leichtesten unmittelbar nach dem Poliren, mit einer gleichmäßigen Schicht Jodid überziehen, kann die vorhergehende Jodirung wünschenswerther erscheinen lassen.

Da sich dieß so verhält, so bin ich im Stande, eine eigenthümliche Schwierigkeit zu heben, auf welche ich gestoßen war, und zugleich, falls es dessen noch bedürfen sollte, einen neuen Beweis zu liefern, wie unzureichend diese Art von Versuchen zu einer *Messung* von Lichtintensitäten ist. Als ich nämlich die Wirkung des gewöhnlichen Lichts auf reines Silber, Kupfer und Glas untersuchte, war ich genöthigt, Sonnenlicht, und zwar während 1 oder 2 Stunden anzuwenden, um dann durch Quecksilber-, Wasser- oder Joddampf Bilder zu erhalten. Würde ich Silberjodid genommen haben, so wäre $\frac{1}{4}$ Secunde hinreichend gewesen, damit die Quecksilberdämpfe die Wirkung der Sonne offenbarten. Das reine Silber stand somit dem Jodsilber an Empfindlichkeit ganz unverhältnißmäßig nach, und dieß konnte man sich gefallen lassen. Allein so war es in anderen Versuchen nicht; bei denjenigen, deren Erfolg ich in meinem früheren Aufsatze von einer Berührung ableiten zu müssen glaubte, hatte ich Bilder auf reinem Silber in 10, und später, wie ich schon anführte, sogar in 2 Minuten erhalten. Hier erwies sich also das reine Silber, und so auch andere Körper, als sehr empfindlich, und dem Jodsilber keinesweges

nachstehend. Dieser Widerspruch löst sich nunmehr, und zwar auf eine Weise, die vermuthen läßt, daß es überhaupt mit der Empfindlichkeit der verschiedenen Substanzen gegen das Licht einfacher sich verhalten werde, als man bisher hätte meinen sollen. Man wird es nämlich so ansehen können, daß die brechbarsten Strahlen oder diejenigen, deren Oscillationsdauer die geringste ist, zugleich die intensivsten, mit Bezug auf die in Rede stehenden Effecte, namentlich am geeignetsten seyen, eine Wirkung anzufangen. Dehnt man diese Annahme auch auf die unsichtbaren Lichtstrahlen mit ihrer größeren Brechbarkeit aus, so ist es nun natürlich, daß diese Strahlen auf die reinen Metalle, Glas u. s. w. leicht wirken werden, auf welche die sichtbaren Strahlen sich so wenig intensiv erweisen. Diese letzteren verhalten sich zu den ersteren, wenn es sich um eine Wirkung auf reines Silber z. B. handelt, nicht anders, als rothe oder gelbe Strahlen zu den blauen, wenn man sie auf Jodsilber prüft. Daher muß das gewöhnliche Licht in starker Intensität und selbst dann noch anhaltend angewandt werden, wenn seine Wirkung durch die Dämpfe angezeigt werden soll. Läßt man das Silber aber jodiren, so hat das violette oder blaue latente Licht dieses Dampfes auf die Substanz eingewirkt, und dann ist es mindestens abzusehen, wie dieselbe nunmehr gegen die sichtbaren Lichtstrahlen empfindlicher habe werden können. Diese Ansicht weiter zu verfolgen, ist mir bis jetzt bei dem Mangel an Versuchen mit anderen jodirten Metallen nicht möglich, und so kehre ich zur latenten Farbe der Dämpfe zurück.

Was diejenige des *Chlor, Brom, Chlor- und Bromjods* betrifft, so ist sie von der des Jod, wenn überhaupt, dann doch sehr wenig verschieden. Diese Dämpfe zeigen im Allgemeinen dieselben Eigenschaften, als das Jod, und wenn die Brechbarkeit ihres latenten Lichts verschieden ist, so kann es sich dabei nur um Unterschiede

handeln, welche sich für jetzt der Untersuchung noch entziehen.

Eben so wie die Joddämpfe verhalten sich in allen mir bekannten Erscheinungen die *Wasserdämpfe*; wo die ersteren ein Bild nivelliren, da thun es auch die letzteren, wo die ersteren ein Bild hervorbringen, da vermögen es auch die letzteren. Jedes Bild innerhalb des Daguerre'schen Stadiums wird von den Wasserdämpfen nivellirt, und wenn dasselbe, nachdem es aus der Camera obscura genommen worden, einige Male behaucht, oder den Dämpfen erwärmten Wassers ausgesetzt wird, so ist es so vollkommen zerstört, dafs es in den Quecksilberdämpfen nicht mehr zum Vorschein kommt. Wenn dagegen die unsichtbaren Lichtstrahlen ein Bild, auf welcher Substanz man wolle, hervorgebracht haben, dann nivelliren es die Wasserdämpfe nicht; sie lassen es umgekehrt hervortreten, ja wenn es anfangs schwach seyn sollte, so macht ein öfteres Behauchen das Bild deutlicher.

Man nehme also jodirte Silberplatten, welche ein äusserlich noch nicht zu erkennendes Bild empfangen haben. Entstand das Bild in der Camera obscura und überhaupt durch gewöhnliche Lichtstrahlen, so tritt es in den Dämpfen von Jod, Wasser und unter dem blauen Glase nicht allein nicht hervor, sondern es wird nivellirt und zerstört. Entstand das Bild dagegen von unsichtbaren Lichtstrahlen, dann tritt es gerade durch die Dämpfe von Jod, Wasser und unter dem blauen Glase hervor.

Wenn man aus dieser Gleichheit der Wirkung von Jod, Wasserdampf und blauem oder violettem Glase schliessen wollte, dafs auch die Wasserdämpfe blaues oder violettes Licht gebunden enthielten und bei der Condensirung frei lassen, so mufs ich zu bedenken geben,

1) dafs ich bis jetzt keinen Unterschied zwischen blauem und unzerlegtem (weissen) Licht gefunden;

2) dafs die Untersuchung so weit noch nicht gediehen sey,

sey, um ferner einen Unterschied zwischen Strahlen von nahe gleicher Brechbarkeit, also zwischen blauem, violettem und dunklem Licht (welches ich wiederum bitten muß, nicht mit dem unsichtbaren Lichte zu verwechseln) anzugeben. Bei der Wichtigkeit des Wasserdampfes mag ich die Untersuchung seiner latenten Farbe nicht für abgeschlossener erscheinen lassen, als dieß für jetzt möglich ist, und ich muß mich einstweilen begnügen, ermittelt zu haben, daß diese latente Farbe bestimmt nicht grün, gelb, orange oder roth ist, daß dieselbe aber doch zu den gewöhnlichen prismatischen Farben zu gehören scheine, da ich niemals den Wasserdampf ein Bild der unsichtbaren Lichtstrahlen habe nivelliren sehen.

Ich werde diesen Aufsatz mit einem Beispiele beschließen, welches zeigen soll, wie etwas complicirte Phänomene sich einfach aus der Kenntniß der latenten Farbe von Dampfarten erklären lassen; das Beispiel hat zugleich für die practische Ausführung der Versuche dieser Sphäre eine ziemlich beträchtliche Wichtigkeit. Wenn man unsichtbares Licht auf reines Kupfer, und zwar verhältnißmäßig kurze Zeit wirken läßt, so wird man in Quecksilberdampf von der gewöhnlichen Spannung erst nach einigen Stunden das Bild erhalten. Nimmt man die Platte früher heraus, so sieht man oft keine Spur eines Bildes. Jetzt bringe man aber die Platte in die Joddämpfe und man wird schon nach einigen Secunden das vollständig deutliche Bild in allem Detail erhalten. Diese Methode zu operiren, hatte ich zufällig gefunden und in meinem früheren Aufsatz empfohlen, ohne daß ich damals den Grund hätte angeben können, welcher die vorläufige Anwendung von Quecksilberdampf vortheilhaft macht, obgleich dieser Dampf häufig kein Bild hervortreten läßt. Nunmehr sieht man denselben aus der gelben latenten Farbe des Dampfes ohne Schwierigkeit ein. Offenbar verhält sich gelbes Licht zu dem unsichtbaren, besonders wenn dieses eine gewisse Zeit gewirkt hat, wie ro-

thes Licht zu dem violetten oder dunklen, und eine Kupferplatte, welche von den unsichtbaren Strahlen einen Eindruck empfangen hat, erst den Quecksilberdämpfen, dann dem Jod aussetzen, heisst ungefähr so viel, und ist eben so motivirt, als eine jodirte Silberplatte, welche eine gewisse Zeit in der Camera obscura gewesen, erst der gleichmäßigen Bestrahlung von rothem und dann von gelbem oder grünem Lichte aussetzen. Nachdem auf diese Weise der Grund für das Verfahren gefunden worden, war es vorher zu sehen, daß dasselbe überall vortheilhaft seyn werde, und so hat es eine Reihe von Versuchen bestätigt, in welcher ich unsichtbare Strahlen auf Gold, reines Silber, Neusilber, Messing, Eisen, Stahl, Zink, ja sogar auf gewöhnlich lakirtes Blech wirken liefs. Bei dem reinen Silber erst das Licht, dann Quecksilber und endlich Joddampf wirken zu lassen, ist die vollständigste Umkehrung des Verfahrens von Daguerre, und darin begründet, daß man es mit Licht von einer grösseren Oscillationsgeschwindigkeit zu thun hat.

Königsberg, im Juli 1842.

II. *Zusammenhang zwischen Elasticität und Verdampfung.*

Herr Rowell zu Oxford hing an Seidenfäden zwei flache Schalen von $8\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser über einem im täglichen Gebrauch stehenden Ofen auf, goß in jede acht Unzen Wasser, und setzte die eine durch einen dünnen Kupferdraht in leitende Verbindung mit dem Boden. Nach 25 Stunden betrug die verdampfte Wassermenge für die isolirte Schale 2 Unzen 279 Grains, für die nicht isolirte 3 Unzen 144 Gr., also 345 Gr. mehr. (*Annals. of Phil. S. III. Vol. XX. p. 45.*)
