Zwölfte Vorlesung.

Flammen. Lampen-Erleuchtung.

Noch merkwürdigere Betrachtungen als die Erwärmung durch das Feuer bietet die Flamme uns dar. Die meisten verbrennlichen Körper, welche mit Flamme brennen, geben bei der zerstörenden Destillation Luft-Arten, welche Wasserstoff und Kohlenstoff enthalten, und die Entzündung dieser Luft-Arten bringt die Flamme hervor *). Nachdem nämlich bei unsern gewöhnlichen Lichtern durch eine fremde Erhitzung das Wachs oder der Talg im Dochte zum Brennen gebracht ist, reicht diese Hitze hin, um die benachbarten Theile zu schmelzen; sie ziehen sich nun in dem Dochte herauf, kommen hier in die völlige Gluth der Flamme, wodurch sie zersetzt und selbst in Brand gesetzt werden, und damit ist die Dauer des Prozesses gesichert. Nur wenn durch starke Abkühlung, am gewöhnlichsten durch einen starken Luftzug, die Erhitzung unterbrochen wird, erlischt das Licht, und hier findet man wieder, daß eine Wachslichtflamme leichter als eine ebenso große und ganz gleiche Talglichtflamme und viel leichter als eine Schwefelflamme auszublasen ist, weil die letztere bei sehr geringer Wärme fortbrennt. Die noch matt brennende Flamme eines eben angezündeten Lichtes kann sogar durch bloße Annäherung eines sehr kalten Körpers getödtet werden, weil sie so wenig Wärme entwickelt, daß der ganze Verbrennungsproceß durch die mindeste Entziehung von Wärme aufgehoben werden kann.

Die Flamme brennt nur da, wo sie mit der atmosphärischen Luft in Berührung ist, so daß sie nur einen dünnen leuchtenden Mantel um den innern, zwar sehr erhitzten, aber doch kein Verbrennen darbietenden, Raum bildet. Man sieht dies, wenn man

*) Von allen Flammen gilt dies nicht. Schwefel z. B. bringt im Brennen Schwefelsäure, durch die Verbindung des Schwefels mit dem Sauerstoffe, hervor.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

einen sehr brennbaren Körper in die Mitte der Flamme bringt, wo er wohl schmilzt, aber nicht brennt; selbst Phosphor in der Mitte einer großen Weingeistflamme brennt nicht, sondern bleibt geschmolzen und unentzündet, bis bei Verminderung des Weingeistes die kleiner werdende Flamme den Zutritt der Luft zu ihm gestattet, wo er sich dann entzündet. Diese hohle Kegelform der Flamme wird am besten sichtbar, wenn man ein aus sehr dünnem Drath mit sehr engen Maschen verfertigtes Drathgewebe von oben herab in die Flamme bringt; dann ist nur der kreisförmige Umfang dieser Durchschnittsfläche leuchtend, der mittlere Raum dagegen enthält unverbrannte Bestandtheile, die sich beim Brennen fetter Körper als Ruß anlegen. Die Flamme nimmt eine spitzige Form an. Der hinaufsteigende Strom erwärmter Luft, welcher unten an den Seiten des mit brennbaren Luft-Arten erfüllten Raumes in der Breite, welche die entwickelten brennbaren Luft-Arten einnehmen, zurückgehalten wird, drängt sich oberwärts, wo diese Raum finden, sich höher hinauf auszudehnen und wo sie zum Theil schon verzehrt sind, von allen Seiten nach der Mitte, und hier wird der hinaufgehende Strom dieser Luft-Arten verengert und endlich schmal genug und hinreichend mit atmosphärischer Luft gemischt, um durch und durch brennend den Kegel zu schließen. Im untern Theile der Flamme, wo die zerstörende Destillation des fetten Körpers in unsern Lichtern und Lampen erst statt findet, ist sehr wenig Zersetzung der erzeugten Luft-Arten, eine Menge von Kohlenstoff legt sich hier, wenn man die Flamme unterbricht, als Ruß an. Höher hinauf, wo die Verbrennung am lebhaftesten fortgeht, wo der blaue Theil der Lampenflamme aufhört, ist die Hitze der Flamme am größesten und der unverbrannt sich anlegenden Theile sind wenigere, obgleich bei der gewöhnlichen Lichtflamme und Lampenflamme noch erhebliche Mengen unverbrannter Stoffe oberhalb der Flamme als Rauch verloren gehen. Nähert man zwei Flammen einander, so brennen sie höher auf, und geben ein stärkeres Licht, offenbar weil die sich gegenseitig unterstützende Hitze noch Theile verbrennt, die an der Oberfläche der einzelnen Flamme, unvollkommen verbrannt, verloren gingen.

Da die Mitte der Flamme aus Mangel an Oxygen nicht leuchtet, so begreift man leicht, wie viel gewonnen wird, wenn man

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

einen Luftstrom in der Mitte der Flamme hinaufgehen läßt, oder wenn man einen cylindrischen Docht anwendet, wie dies in den Argandschen Lampen der Fall ist. Diese große Verbesserung der Lampen, die Argand 1783 bekannt machte, hat nicht bloß vor den gewöhnlichen, sondern selbst vor den bloß bandförmig nach einer Richtung ausgedehnten Dochten den Vorzug. Der Luftzug wird nämlich in dem so stark erhitzten innern Raume der Flamme mehr befördert, und diese Erhitzung befördert auch schon an sich das vollständige Verbrennen der aus dem Oele entwickelten Luft-Arten. Der Vortheil, den jener innere Luftzug gewährt, wird noch vermehrt, wenn man eine gläserne, unten und oben offene Röhre die Flamme umgeben läßt. Diese, indem sie selbst erhitzt wird, befördert den raschen Zutritt des Sauerstoffgas, und nöthiget den hinaufgehenden Luftstrom, sich nahe an der Flamme hin zu drängen, und sie so möglichst vollkommen mit Sauerstoff zu nähren. Und so ist es denn wohl einzusehen, warum diese Argandschen Lampen alles Brennbare ganz verzehren, so daß gar kein Rauch sich oberhalb der Flamme findet, sondern Wasserdampf (aus der Vereinigung der Hydrogen mit dem Oxygen,) und kohlensaures Gas (aus der Vereinigung des Oxygen mit dem Kohlenstoffe), die einzigen Producte des Verbrennens sind.

Rumford hat diese Anordnung noch dadurch vollkommener gemacht, daß er die Lampen vielflammig machte. Dochte nämlich, die neben einander in angemessenen Entfernungen stehen, und die Rumford als platte Dochte anbringt, verstärken, indem sie zugleich brennen, den Luftzug so sehr, und die entstandene Hitze beschleunigt die Zersetzung aller brennbaren Bestandtheile so sehr, daß das Licht noch viel stärker ist, als bei dem einfachen cylindrischen Dochte. Rumford giebt von seiner Lampe, mit vier platten, $1\frac{3}{5}$ engl. Zoll breiten Dochten, an, daß sie mehr Licht als sechs sehr schön brennende Argandsche Lampen gab, und bei ihrem vollkommensten Glanze die Stelle von 40, gleichsam in einen Punct vereinigten, Wachslichtern vertrat. Dabei ist dann freilich auch der Aufwand an Oel größer, aber wenigstens lange nicht so groß, als es das Verhältniß des Lichtes zu fordern scheint. Rumford hat mehrere Versuche mit dem Photometer angestellt, um die Zunahme des Oelverbrauchs bei vermehrter Helligkeit zu finden.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Wenn er eine Argandsche Lampe durch Herunterziehen des Dochtes so lichtschwach machte, daß sie nur einem Wachslichte gleich leuchtete, so brauchte sie an Gewicht $2\frac{1}{4}$ mal so viel Oel als das Wachslicht an Wachs verbrannte; gab man ihr durch Vergrößerung des Dochtes die Helligkeit von 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 Wachslichtern, so stieg der Oelverbrauch nur auf $2\frac{3}{4}$, $3\frac{1}{20}$, $3\frac{3}{5}$, $4\frac{1}{20}$, $4\frac{2}{5}$, $4\frac{7}{10}$, $5\frac{1}{4}$, $5\frac{3}{5}$, so daß sie also bei einer Lichtstärke, gleich 9 Wachslichtern, nur $5\frac{3}{5}$ mal so viel Oel als ein Wachslicht an Wachs verbrannte, oder bei dem 6 fachen Glanze erst doppelt so viel Oel als bei dem einfachen Glanze, bei dem 9 fachen Glanze nur $2\frac{1}{2}$ mal so viel als bei dem einfachen Glanze verzehrte. Da Rumford versichert, daß bei allen diesen Versuchen eine vollständige Verbrennung statt fand, so ist es allerdings auffallend, daß die Lichtmenge in so viel größerem Verhältniß als das Brennmaterial wächst. Offenbar ist das Licht da stärker, wo die Wärme in einem kleinen Raume recht bedeutend ist, aber warum dieses Concentriren der Wärme Licht frei macht, ist uns noch ganz unbekannt.

Etwas Aehnliches findet bei Talg- und Wachslichtern statt; sie verbrauchen zwar am wenigsten von dem fetten Körper, wenn die Flamme klein ist, aber geben dann auch so wenig Licht, daß z. B. Rumford nur $\frac{1}{16}$ des Lichtes bei $\frac{1}{4}$ des Wachsverbrauchs erhielt, wenn er ein sehr dünnes Wachslicht in Vergleichung gegen das vorhin zum Maaße gebrauchte anwandte. Die Wärme, die Rumford mit seinem Calorimeter bestimmte, indem er die Lichtflamme unter die Zugröhre setzte, war der Menge des verbrannten Wachses sehr nahe entsprechend.

Bei andern Vervollkommnungen der Lampen, daß man ihr Licht durch zurückwerfende Spiegel verstärkt, daß man es durch einen matt geschliffenen Glasschirm gleichmäßiger vertheilt, wobei in der ganzen Erleuchtung wenig verloren geht, indem diese, von allen Puncten des Schirms ausgehend, beinahe so viel beträgt, als bei der freien Flamme, deren großer Glanz auf einen kleinen Raum beschränkt ist; — will ich hier nicht verweilen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Gas = Erleuchtung.

Die Bemerkung, daß es die aus dem brennbaren Körper entweichenden brennbaren Luft = Arten sind, welche die Flamme hervorbringen, leitete schon vor längerer Zeit darauf hin, einzusehen, daß beim Verkohlen des Holzes im Freien eine Menge brauchbarer Stoffe verloren gehe, und daß es daher vortheilhaft sei, das Holz in geschlossenen Räumen der Hitze und so der Verkohlung auszusetzen, damit theils die im Rauche fortgeführten bei dieser Hitze noch nicht brennbaren Körper (die Holzsäure zum Beispiel) aufgefangen, theils die brennbaren Luft = Arten benutzt werden könnten. Auf dieser Betrachtung beruhten die Thermolampen, die Lebon schon 1799 so anwandte, daß die entweichenden Gas= Arten zur Erleuchtung gebraucht wurden; Murdoch hatte ähnliche Versuche schon 1792 angestellt, ohne sie damals weiter zu verfolgen. Diese Erfindung, die auch in Deutschland nachgeahmt wurde, und deren Nutzen, theils um durch die brennbaren Luft= Arten zu erleuchten, theils um das Feuer zu verstärken, in welches man sie nach der Entwickelung aus den in geschlossenen Räumen verkohlten Holzstücken leitete, man sehr wohl anerkannte, ward indeß nur wenig benutzt, bis Winsor durch eine Reihe von Versuchen sich in Stand gesetzt fand, die Sache mehr ins Große zu treiben, und sich 1804 ein Patent auf eine Gas = Erleuchtung durch das in den Steinkohlen enthaltene Gas geben ließ. Seit dem hat diese Gas = Erleuchtung großes Aufsehen gemacht, und man hat sowohl das aus Steinkohlen, als das aus Oelen und Thran entwickelte Gas dazu angewandt, indem man von den Gefäßen, die das Gas enthalten, Röhren zu den Puncten hin, wo man eine Flamme fordert, leitet, hier das Gas aus einer Oeffnung hervordringen läßt, und die Luft entzündet, die dann, nach Verschiedenheit der Oeffnungen, größere oder kleinere Flammen giebt.

Die brennbaren Körper enthalten alle Kohlenstoff, Wasserstoff und meistens nur eine geringe Menge Sauerstoff, welche Stoffe bei der Zerstörung des Körpers durch die Hitze sich in andern Verhältnissen wieder verbinden. Aus den bei einer noch nicht bis zum Brennen gehenden Hitze erzeugten Stoffen gehen bei größerer Hitze jene Bestandtheile hervor, die sich theils zu kohlensaurer Luft

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

(Kohlenstoff und Sauerstoff) theils zu brennbaren Luft = Arten (Kohlenstoff und Wasserstoff) verbinden. Kohlen = Wasserstoff= Gas und Oel bildendes Gas gehen, nach Verschiedenheit des Mischungsverhältnisses, aus den letztern beiden hervor, und beide Luft = Arten sind zum Erleuchten sehr wohl geeignet. Die durch Zersetzung der Steinkohlen hervorgebrachten Luft = Arten geben ein schöneres Licht als die Steinkohlen selbst, weil sie von den übrigen Stoffen, die beim Verbrennen der Steinkohlen mit entbunden werden, schon gereinigt sind. Die schönen Flammenströme, die wir aus den brennenden Steinkohlen zuweilen hervorbrechen sehen, sind, nach Accums Bemerkung, diesen Gas = Arten zuzuschreiben; aber zwischen ihnen brechen der unvollständig zersetzte Rauch, der eine theerige Substanz giebt, Wasserdampf und unverbrennliche Luft = Arten hervor, und diese verfinstern den Glanz jener Flammen.

Auf ähnliche Weise verhält es sich mit dem Oele, so daß auch das aus Oel hervorgehende, aus Kohlenstoff und Wasserstoff zusammengesetzte Gas ein schöneres, überdies auch gleichförmigeres Licht giebt, als das Oel selbst. Nach den genauen Vergleichungen von Preuß *) ist die Beleuchtung mit dem aus Oel entwickelten Gas wohlfeiler und schöner, als die mit dem Gas aus Steinkohlen, und die Wohlfeilheit wird noch dadurch befördert, daß man schlechtes Oel, selbst Thran, anwenden kann, da die übeln Gerüche ohnehin durch Reinigen der Gas = Arten müssen weggeschafft werden. Nach den Angaben von Preuß geben 15 Pfund Oel ungefähr 200 Cubicfuß Gas, (und diese sollen ungefähr so viel Licht geben als 700 Cubicfuß Steinkohlengas); eine derjenigen Brenn = Oeffnungen, die ein Licht einer kleinern Argandschen Lampe gleich, oder 10 Talglichtern zu $\frac{1}{6}$ Pfund gleich, geben, braucht stündlich $\frac{5}{4}$ Cubicfuß jenes Oelgas, und es läßt sich also übersehen, mit wie mäßigem Aufwande die Erleuchtung erhalten wird. Das Oel wird hier mit mehr Vortheil als in der Argandschen Lampe verwandt, und man kann annehmen, daß die hervorgebrachte Erleuchtung durch die letztere nur $\frac{3}{4}$ von derjenigen ist, die das

*) Gilb. Ann. LXXVI. 113. Herapath hat bedeutend verschiedene Angaben, die man eben dort S. 164 findet.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Gas, bei gleichem Aufwande von Oel, bewirkt. — Ein Pfund gute Wachslichter giebt nur ungefähr halb so viel, ein Pfund gute Talglichter nur ungefähr $\frac{2}{5}$ so viel Erleuchtung, wenn man Zeit und Helligkeit des Brennens gehörig vergleicht, als ein Pfund zu Gas-Erleuchtung verwendetes Oel.

Der Vorzug des aus Oel hervorgebrachten Gas liegt vorzüglich darin, daß die Menge der beiden Gas-Arten, die zum Leuchten am wichtigsten sind, des Oel erzeugenden Gas und des Kohlen-Wasserstoffgas hier größer, die Menge des dunkel brennenden Wasserstoffgas und der ebenfalls unvortheilhaften Luft-Arten, nämlich des gasförmigen Kohlenstoff-Oxyds und des Stickgas, viel geringer ist. Nach Henry's Versuchen enthält das Oelgas, oder das aus der Zersetzung des Oeles gewonnene Gas, in 100 Theilen 38 Theile Oel erzeugendes Gas, 46 Theile Kohlenwasserstoffgas, statt daß im Steinkohlengas nur 7 Theile jener, 56 Theile dieser Luft-Art vorkommen; die minder oder gar nicht zum Leuchten beitragenden Luft-Arten betragen also dort nur 16, hier 37 Theile. Die große Menge des Oel erzeugenden Gas, welches unter allen brennbaren Luft-Arten am meisten Licht giebt und zugleich am schwersten ist, begründet hier den großen Vorzug des aus Oel gewonnenen Gas.

Im Allgemeinen verdanken, nach Davy's Bemerkung, die Flammen ihren Glanz nicht dem Wasserstoff, sondern den darin enthaltenen dichteren Bestandtheilen, wozu auch der Kohlenstoff mit gehört. In unsern gewöhnlichen Lichtflammen ist da der Glanz am stärksten, wo der im untern Theile noch zum Absetzen als Ruß vorhandene Kohlenstoff zum vollen Glühen und Verbrennen kömmt; die Gasflammen besitzen nur dann einen starken Glanz, wenn sie aus schweren brennbaren Luft-Arten bestehen, in denen sich viel Kohlenstoff befindet; Zink-Oxyd in eine Flamme von Schwefel oder Wasserstoffgas gebracht, giebt dieser ein ungemein starkes Licht. Die Hitze der Flamme steht mit diesem Glanze in keinem Verhältnisse, da die unscheinbare Flamme des aus Wasserstoff und Sauerstoff gemischten Gas eine ausgezeichnet starke Hitze hervorbringt.

Die Anordnung der zur Gas-Erleuchtung nöthigen Apparate will ich nur kurz beschreiben. Sie bestehen aus drei Theilen, näm-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

lich aus dem Gefäße, worin durch starke Hitze das Gas entwickelt wird, aus einem zweiten Gefäße, worin es gereinigt wird, und aus dem dritten, worin es gesammelt und den Brenn-Oeffnungen zugeleitet wird. Für den ersten Zweck bedient man sich bei dem Steinkohlengase einer eisernen Retorte, worin die Steinkohlen durch ein unter der Retorte angebrachtes Feuer erhitzt werden, damit alle flüchtigen Bestandtheile durch die zum zweiten Gefäße führende Röhre ausgetrieben werden. Bei der Bereitung des Oelgas bedarf man einer kleinern Retorte, die auf 600 Grad der Centesimalscale erhitzt wird, und in der sich das in einem langsamen Strome zufließende Oel sogleich zersetzt. Das zweite Gefäß ist bei dem Steinkohlengas bestimmt, das Theer und die übrigen flüssigen Substanzen aufzunehmen, und das Gas, welches hier durch Wasser mit Kalk gemischt geht, von der nicht mit brennbarer Luft verbundenen Kohlensäure und andern Stoffen zu reinigen. Für das Oelgas hat man ebenfalls am besten gefunden, die Dämpfe und Luft ziemlich weit durch Wasser fort zu leiten, damit das Gas von den Dämpfen befreit als reines Gas übergehe. Das dritte Gefäß ist (Fig. 37.) das unten offene Gasometer AB, das mit seiner Oeffnung AB in das Wasser im Gefäße M, M, getaucht ist, und durch die Gewichte C, D, beinahe im Gleichgewichte gehalten wird; die vom zweiten Gefäße herkommende Röhre XXX füllt das Gasometer und ist oben mit der mit Wasser gefüllten Haube Y bedeckt, damit das in dem Raume EF gesammelte Gas nicht zurück in diese Röhre, sondern in die offene Röhre GHIK dringe; öffnet man dann den Hahn K, so strömt das Gas zu den Oeffnungen L, L, L, hin, wo es entzündet wird, und mit schöner weißer Flamme brennt *).

Daß diese Gas-Erleuchtung schon in vielen Städten angewandt wird, und, wenn nicht die erste Auslage so groß wäre, noch öfter angewandt werden würde, ist Ihnen bekannt. — Aber so nützlich diese, die Flamme betreffende, Erfindung ist, so bietet sich uns doch eine noch ungleich wichtigere dar.

---

*) Verschiedene Anordnungen zur Gas-Erleuchtung sind beschrieben in: Accums pract. Abh. über das Gaslicht, übers. v. Lampadius. Berlin. 1819.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Davy's Sicherheitslampe.

Davy's auch in wissenschaftlicher Beziehung sehr schätzenswerthen und gehaltreichen Untersuchungen über die Flamme, die ich schon mehrmals angeführt habe, gewinnen noch ein viel anziehenderes Ansehen durch die Veranlassung, die ihn zu denselben führte und durch die nützliche Erfindung, zu welcher sie ihn leiteten. Die Veranlassung gaben die mit jedem Jahre zahlreicher werdenden Unglücksfälle, die sich durch Entzündung brennbarer Luft-Arten, schlagender Wetter, wie die Bergleute es nennen, in den englischen Kohlenbergwerken ereigneten. Je tiefer diese Kohlenschachte hinabgeführt werden, desto öfter muß es sich ereignen, daß die aus dem Gesteine so oft hervorbringenden unathembaren Luft-Arten, wegen des so sehr erschwerten Zutrittes der Luft von oben, wegen der immer größern Schwierigkeit eines die Luft erneuernden Luftzuges, sich ansammeln und gefährliche Erfolge hervorbringen. Unter diesen Luft-Arten, die sich vorzüglich aus alten verlassenen Gruben, aber auch sonst aus den Spalten der Stein- und Steinkohlenschichten entwickeln, und die zuweilen in ungewöhnlich reichlichem Maaße hervorbringen, sind die brennbaren die häufigsten und die gefährlichsten, weil sie, mit atmosphärischer Luft gemischt, eine Explosion veranlassen, sobald das Grubenlicht des Bergmannes sie erreicht. Durch diese Explosion werden oft ganze Strecken der Bergwerke verschüttet, die in der Tiefe arbeitenden Bergleute werden entweder durch die Explosion selbst verstümmelt oder getödtet, oder durch das Einstürzen der Zugänge aller Hülfe beraubt. Diese immer häufiger werdenden Unglücksfälle veranlaßten den dringenden Wunsch, daß man dem Bergmanne, der eben so wenig die Lampe entbehren kann, als er Mittel besitzt, den Ort, wo sich schlagende Wetter gesammelt haben, voraus zu erkennen, eine mit der äußern Luft nicht in unmittelbarer Verbindung stehende Lampe zu verschaffen im Stande sei. Diese Absperrung der brennenden Lampe von der äußern Luft schien große Schwierigkeit zu haben, da man die Lampe doch mit atmosphärischer Luft unterhalten mußte, um sie brennend zu erhalten, und jede Anordnung, die diese nur aus geschlossenen Gefäßen zuführte, mit zu großen Unbequemlichkeiten verbunden war. Die Wichtigkeit der Entdeckung eines

Sicherungsmittels gegen jene großen Gefahren bewog Davy, die Umstände, unter denen die explodirenden Gas-Arten zur Explosion kommen, genau zu erforschen, und er fand da, daß diese Explosion nur erfolge, wenn ein hoher Grad von Erhitzung statt findet. Vorzüglich erregte die Erfahrung, daß die Flamme unserer Lampen durch ein Gewebe aus sehr dünnen Metalldräthen nicht hindurch dringe, wenn die Oeffnungen klein sind, seine Aufmerksamkeit, und er bemerkte, daß bei sehr feindräthigen und eng gewebten Drathnetzen dieses Zurückhalten der Flamme so vollkommen statt fand, daß es selbst durch das Glühendwerden des Drathnetzes nicht aufgehoben ward. Da die brennbaren Dämpfe, der Rauch und die Mischung brennbarer Luft-Arten, aus deren Entzündung die Flamme entsteht, durch das Gewebe durchdringen und sich vermittelst einer hinzugebrachten Flamme entzünden lassen, obgleich sie sich durch die an der andern Seite des Gewebes brennende Flamme nicht entzünden, so schloß Davy, daß die Hitze des dünnen Drathes, selbst im Glühen, nicht so groß sei, daß das Entzünden der Luftmischung dadurch bewirkt werden könne, daß die Abkühlung es sei, wodurch das Drathgewebe die Flamme zurückhält. Auf diese Versuche und auf die daraus hergeleitete Ansicht gestützt, ließ er einen die Lampe ganz umschließenden Cylinder von Drathgewebe verfertigen, so daß die äußere Luft durch die engen Oeffnungen des Gewebes zutreten, aber auf keinem andern Wege zur Flamme gelangen konnte; diese Lampe brachte er geradezu in eine Knallluft, und hatte das Vergnügen zu sehen, daß die Explosion sich nicht bis auf die Luft außerhalb des Drathcylinders verbreitete. Bringt man nämlich diese Lampe zuerst in eine nur mit wenigen brennbaren Luft-Arten gemischte Atmosphäre, so vergrößert sich bloß die Flamme; steigt die Menge der brennbaren Luft auf ein Zwölftel des Raumes der Luft, so erfüllt sich der ganze Drathcylinder mit einer blauen Flamme, worin die Lampenflamme mit hellerem Lichte fortbrennt; beträgt die brennbare Luft ein Fünftel des Ganzen, so erfüllt sich der ganze innere Raum des Drathcylinders mit starkem Lichte; aber auf den umgebenden Raum dehnt sich diese Entzündung nicht aus. So war also die Entdeckung einer Sicherheitslampe für den Bergmann gemacht, indem auch er mitten in den schlagenden Wettern nur die Ent-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

zündung derselben im Innern seiner Lampe wahrnimmt, und selbst wenn die Menge der brennbaren Luft noch mehr zunimmt, nur das als schlimmsten Fall zu fürchten hat, daß die Luftmischung nicht mehr genug Sauerstoff, um fortzubrennen, enthält, wo dann seine Lampe erlischt.

Damit das Drathnetz den Zweck, die Flamme zurückzuhalten, erfülle, muß es mit vollkommener Sorgfalt gemacht und unterhalten sein, damit nirgends eine größere Oeffnung sich finde; der Drath muß so fein sein, daß er nur ungefähr $\frac{1}{40}$ Zoll stark ist; denn obgleich, wie Davy sagt, auch stärkerer Drath im Glühen noch nicht die explodirenden Wetter zündet, so ist es doch sicherer, einen dünnen Drath, der weniger Hitze abgeben kann, zu wählen; vor allem aber müssen die Maschen so eng sein, daß sie nur $\frac{1}{20}$ Zoll Zwischenraum lassen, damit nicht die in die Oeffnungen eindringende Flamme, in der Mitte zu wenig abgekühlt, durch das Gewebe hindurch dringen kann. Diese Lampe hat unten ihr Oelgefäß, das abgeschraubt und mit Oel gefüllt werden kann; dann zündet man die Lampe an und verschließt durch das Aufschrauben des Drathcylinders jeden andern Zutritt der äußern Luft. Fig. 38 stellt diese Lampe dar.

Die Erfahrung hat an zahlreichen Beispielen gezeigt, daß die Sicherung durch diese Davysche Sicherheitslampe als vollkommen angesehen werden kann, und sie ist daher auch außer England in Bergwerken, die durch schlagende Wetter Gefahren darbieten, eingeführt. Sie hat in Kohlenbergwerken, wo man Gegenden kannte, die nie ohne Gefahr besucht werden konnten, wo der Bergmann kein andres Licht als die einzelnen Funken eines Feuer schlagenden Stahles hin bringen durfte, den entschiedensten Nutzen gewährt und ist als eine der segenvollsten Erfindungen anerkannt worden. Nach Blessons Erfahrungen schützt sie auch gegen die Entzündungen des Schießpulverstaubes, der in Pulvermühlen die Luft erfüllt, und ist daher da, wo man solche Räume im Dunkeln besuchen muß, anwendbar. Ebenso kann sie die so oft vorgekommenen Entzündungen großer Massen spirituöser Flüssigkeiten, deren Dämpfe so leicht die Entzündung veranlassen, verhüten, wenn man sich statt der gewöhnlichen Lichter auch dort der Sicherheitslampe bedient.

Gegen Davy's Theorie, daß die Abkühlung hier das Brennen hindere, hat man mancherlei Einwendungen gemacht, die mir aber doch nicht erheblich genug scheinen, um Davy's Ansicht zu verlassen. Folgende zwei Einwendungen scheinen mir die bedeutendsten. Erstlich, man könne die Fälle, wo Lichter nach Davy's Meinung durch Abkühlung erlöschen, nicht alle so erklären, weil ja oft ein ausgeblasenes Licht sich sogleich von selbst oder durch Anblasen wieder entzünde. Bekanntlich tritt das aber nur ein, wenn ein ziemlich großer glühender Docht da ist, welcher — so scheint es mir, — Hitze genug giebt, um die Sauerstoffluft in dem Maaße zu zersetzen, daß das neue Entflammen durch die erzeugte Hitze statt finden kann; wird dieses durch Anblasen befördert, so muß, glaube ich, dieses Anblasen milder als dasjenige sein, wodurch man das Licht zum Erlöschen brachte. Zweitens, obgleich im gewöhnlichen Falle die Flamme nicht durch das Drathnetz dringe, so könne dies doch geschehen, wenn die brennenden Gas-Arten mit bedeutender Gewalt durch diese Oeffnungen hervordringen. Dies beruht aber wohl darauf, daß beim Glühen des Drathes, welches jenem Hindurchdringen der Flamme vorausgeht, die Abkühlung der Luft-Arten bis unter die Entzündungshitze einige Zeit fordert; dringt nun das brennende Gas mit keiner erheblichen Kraft hervor, (gewöhnlich dringt wohl eher das äußere hinein,) so vergeht Zeit genug, um die geringe, nöthige Abkühlung noch eintreten zu lassen; wird es aber mit Gewalt durchgedrängt, so findet diese Abkühlung nicht vollkommen statt. Da diese Erklärungen mir ausreichend scheinen, und der Fall des mit Gewalt Hervordrängens aus dem Innern der Lampe nie statt findet, also die practische Anwendbarkeit nicht von diesem Einwurfe abhängt; so will ich Sie hiermit und mit andern Meinungen über die Ursache dieses Zurückhaltens der Flamme, (die Dräthe übten eine abstoßende Kraft auf die Flamme aus, die zum Bestehen der Flamme nöthigen Luftströmungen würden unterbrochen, u. s. w.) nicht unterhalten.

Gebrauch der Flamme vor dem Gebläse. Newmannsches Gebläse.

Die Flamme bietet uns durch ihre Fähigkeit, Wärme zu erregen, noch eine neue Reihe von Erscheinungen dar. Bekanntlich

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

wird die Lampenflamme angewandt, um kleine Körper zu schmelzen, Glas in andre Formen zu bringen, indem man bei den Glasbläser-Arbeiten durch Schmelzen und Blasen bald an die Röhre eine Kugel anbläst, bald Aenderungen der Form bewirkt u. s. w. Um diese Anwendungen der Flamme zu machen, bedient man sich der Gebläse, deren Zweck ein doppelter ist, erstlich die Hitze der Flamme auf einen Punct zu vereinigen, zweitens diese Hitze auch wirklich zu verstärken. Daß schon das erstere beitrage, die Wirkung der Flamme zu verstärken, hat Rumford dadurch gezeigt, daß er eine Flamme vermittelst eines Stromes kohlensaurer Luft anblies, und auch da das Glühen und Schmelzen des Glases bewirkte; indeß hat er gewiß Unrecht, wenn er bloß in dieser Gewalt des Antreffens der Flamme und in dieser Richtung auf einen bestimmten Punct, und gar nicht in einer Vermehrung der Wärme-Entwickelung selbst, den Grund der vor dem Löthrohre oder vor dem Gebläse verstärkten Wirkung der Flamme sucht. Daß vielmehr die Wirkung der Flamme durch die Zuführung von Sauerstoffgas noch mehr verstärkt wird, zeigt die Anwendung der Sauerstoffgebläse, aus denen nämlich Sauerstoff gegen die Weingeistflamme getrieben wird, welche dann eine sehr viel größere Wirkung leistet.

Um diesen Gebläsen eine, längere Zeit dauernde, gleiche Stärke zu geben, gerieth Newmann auf den Gedanken, eine comprimirte Luft anzuwenden und diese in einem sehr dünnen Strahle auf die Weingeistflamme zu richten, welche dadurch gleichmäßiger als bei andern Gebläsen ihre Dienste leistete. Aber dieses Compressionsgebläse führte Newmann noch zu einer zweiten, wichtigern Verbesserung, indem er Wasserstoffgas und Sauerstoffgas, in dem Verhältniß gemischt, welches zur Bildung des Wassers nöthig ist, anwandte. Früher schon hatte Hare eine große Verstärkung der Hitze der Weingeistflamme dadurch erhalten, daß er aus zwei getrennten Gefäßen, durch zwei Röhren zugleich, die sich in einem Mündungsstücke vereinigten, beide Gas-Arten zuströmen ließ; er hatte mit dieser Vorrichtung schwer schmelzbare Körper geschmolzen und andre große Wirkungen hervorgebracht. Daß eine in dem zur Wasserbildung angemessenen, genau richtigen Verhältnisse gemischte Verbindung beider Luft-Arten diesen Zweck

noch vollständiger erfüllen müsse, ließ sich erwarten; aber die Anwendung eines solchen Gebläses schien auch großen Schwierigkeiten unterworfen zu sein. Es ist nämlich bekannt, daß zwar eine reine brennbare Luft, es sei Wasserstoffgas oder Kohlen-Wasserstoffgas, wenn sie aus einer Oeffnung hervordringt, ohne Gefahr angezündet werden kann, daß aber eine Mischung dieser Luft-Arten mit Sauerstoffgas sogleich eine gefährliche Explosion hervorbringen würde, wenn man diese ebenso behandeln wollte. Bei jenen Luft-Arten nämlich kann nur das in die atmosphärische Luft hervorströmende Gas sich entzünden und eine Flamme bilden, ein Hineindringen der Flamme in den großen Gasbehälter ist unmöglich, weil sie des Sauerstoffs, der dort nicht vorhanden ist, zum Fortbrennen bedarf; hier hingegen bietet jedes Theilchen im Innern des Gasbehälters beide zum Verbrennen nöthigen Stoffe dar; die an der Mündung angezündete Flamme ergreift daher die ganze Mischung, und das mit einer starken Explosion erfolgende Verbrennen des ganzen Luftvorrathes ist schnell, ja augenblicklich, vollendet. Diese Mischung heißt daher Knallgas und jenes Newmannsche Gebläse ein Knallgasgebläse. Diese Gefahr zu entfernen, fand Newmann in Davy's Entdeckung, daß die Flamme nicht durch enge Oeffnungen dringe, ein, wenigstens in den meisten Fällen, ausreichendes Mittel. Er ließ nämlich aus einem langen Haarröhrchen die gemischte Luft hervordringen, und fand, daß diese dann, am sichersten wenn der Luftstrom recht lebhaft ausfloß, nicht in den Gasbehälter zurückbrannte; und dieses lebhafte Hervordringen fand hier allemal statt, da das Knallgas vermittelst der Luftpumpe comprimirt wurde.

Die durch diesen entzündeten Luftstrom bewirkte Hitze übertrifft alles, was andre Gebläse geleistet hatten, bei weitem, und zwar vorzüglich dann, wenn die Mischung aus 2 Raumtheilen Wasserstoffgas und 1 Raumtheile Sauerstoffgas bestand, indem dann keine Luft-Art im Uebermaaß vorhanden ist, und beide im Verbrennen völlig zu Wasser vereinigt werden. In dieser Hitze schmilzt Platin sogleich, die für unschmelzbar gehaltenen Erden schmelzen u. s. w. Clarke, der der erste war, welcher Versuche mit diesem Gebläse anstellte, sah den Strontian mit schöner Ame-

thystfarbener Flamme verbrennen, Bergcrystall, Feuerstein, Serpentin wurden geschmolzen, Gold verflüchtigt, u. s. w.

Clarke glaubte anfangs, die enge Röhre sichere völlig gegen alle Gefahr; aber bald überzeugten ihn die einige Mal eingetretenen Explosionen vom Gegentheil, und er fand daher nöthig, die Einrichtung etwas vorsichtiger zu machen. Dieses geschah theils dadurch, daß eine starke Bretterwand den Experimentator von dem Gasgefäße trennte und nur die Mündung der Röhre diesseits der Wand lag, theils dadurch, daß das comprimirte Gas nicht unmittelbar zu der Mündungsröhre, wo sie verbrannte, gelangte, sondern vorher durch ein Gefäß mit Oel gehen mußte, in welchem es in getrennten Blasen aufstieg, die also die Entzündung nicht bis zu dem Gasgefäße fortpflanzen können. Fig. 39 stellt diese Einrichtung vor. A ist die Blase mit der Gasmischung, die durch die Röhre B diese zu der Verdichtungspumpe C führt; von der Verdichtungspumpe, die am Ende D durch ein Ventil geschlossen ist, geht die Röhre E bis auf den Boden des mit Oel gefüllten Kastens F, durch den es aufsteigt, und dann aus der Röhre G hervorströmt. Die Wand H, durch welche der Griff I des Pumpenkolbens und die Röhrenmündung G durchgeht, sichert den Beobachter gegen alle Unfälle. Man hat eine viel einfachere Einrichtung angegeben, wo die Blase A mit Gasmischung durch Gewichte B comprimirt wird, wie Fig. 40 zeigt, und dann aus der Röhre C dringt; aber um hier einen stärkern Luftstrom benutzen zu können, sollte die Röhre C lang sein und doch das mit Oel gefüllte Gefäß nicht weggelassen werden. Die größere Stärke des brennenden Luftstromes ist aber hier, ebenso wie die richtigen Mischungsverhältnisse, von großer Wichtigkeit.

Mit Hülfe dieser Sicherung konnte Clarke es wagen, einen Luftstrom von ½ Linie dick hervorbringen zu lassen, wodurch die Erfolge noch auffallender wurden. Dieser starke entzündete Luftstrom brachte Platin so zum Schmelzen, daß man eine halbe Unze fließend erhielt; Eisen verbrannte unter einem höchst glänzenden Funkensprühen, die am schwersten zu reducirenden Metalle wurden in dieser Hitze metallisch dargestellt u. s. w. *).

*) Gilb. Ann. LV. 1. 40. LXII. 339.

Obgleich man aber sich von einem solchen Gebläse eine bedeutende Hitze versprochen hatte, so hat man doch, als die Hitze so über Erwartung groß wurde, gefragt, worin der Grund dieser überaus großen Wirkung liege. Gilbert sucht ihn darin, daß das Wasserstoffgas selbst, als ein in hohem Grade elastischer Körper, ebenso gut und noch mehr Wärme als das Sauerstoffgas, bei der Zersetzung giebt, und daß das comprimirte Gas mit so großer Geschwindigkeit hervordringt, also die Menge des zersetzten Gases groß ist, der geringen Dicke des Luftstromes ungeachtet. Gewiß tragen beide Umstände zur Verstärkung der Hitze bei, aber eine Hauptursache der Wärme ist gewiß die, daß die beiden gemischten Luft-Arten einen in allen Theilen brennenden Feuerstrom geben, der nicht bloß an der Oberfläche einen Feuermantel hat, wie die gewöhnlichen Flammen, und daß daher auch die Zersetzung schneller und gewaltsamer fortgeht, als in irgend einem andern Falle.

Brewster hat noch auf eine andre Erregungsweise sehr großer Hitze aufmerksam gemacht. Er befestigte über der Flamme der bei der Gas-Erleuchtung angewandten Luft ein feines Drathnetz und ließ die Flamme unterhalb fortbrennen, entzündete aber auch die durch das Drathnetz gedrungenen Lufttheile. Hier erhielt er nun eine sehr schwach leuchtende, aber sehr große Hitze gebende Flamme. Auch diese Flamme hat, wie Brewster bemerkt, ihre Hitze daher, daß die Luft bei dem Durchgange durch das Drathnetz sich mit atmosphärischer Luft gemischt hat, und so ein Knallgas bildet, das nicht als dünner Lichtmantel einer Flamme, sondern als vollkommener Feuerstrom brennt. Um bequemer von der Entzündung einer solchen Knallgasmischung Vortheil zu ziehen, schlägt Brewster folgende Einrichtung vor, die sich sogleich mit einem kleinen Gas-Erleuchtungs-Apparate verbinden läßt. Das zur Gas-Erleuchtung bestimmte Gas steigt nicht allein (Fig. 41.) durch die Oeffnung M hervor, wo man es gewöhnlich sogleich anzündet, sondern es dringt zugleich, zugeleitet durch die Röhre a b c d f, aus vier Oeffnungen des hohlen Ringes f hervor. Die aus diesen vier Oeffnungen dringende Luft wird angezündet, und da die Flammen nun von dem aus M hervordringenden, aber schon mit atmosphärischer Luft gemischten Gas angeblasen werden, und dieses explosive Gas selbst sich entzündet, so erhält man eine große

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Hitze. Die Hähne A, b, müssen so regulirt werden, daß weder der Luftstrom bei M durch zu heftigen Andrang die Flämmchen ausbläst, noch auch zu schwach für die Erlangung des Zweckes sei. Auf den Ring g werden die zu erhitzenden Gegenstände gelegt.

Entzündung bei niedrigen Temperaturen. Selbst-Entzündung.

Bei andern Feuer-Erscheinungen umständlich zu verweilen, halte ich hier für weniger angemessen, da die meisten zu viele Erläuterungen aus der Chemie fordern würden. Im Allgemeinen ist die Entzündung der Erfolg einer starken Verwandtschaft zweier Körper, bei deren Verbindung Wärme und Licht frei wird. Die Electricitätslehre giebt noch einen tiefern Grund dieser Verwandtschaften an.

Nur bei einigen, schon in niedriger Temperatur eintretenden, Feuer-Erscheinungen, die wir deshalb Selbst-Entzündungen, entstehend ohne hinzugebrachtes Feuer, nennen, will ich noch einen Augenblick verweilen. Eine solche bieten uns die jetzt so gewöhnlichen Zündhölzchen dar, deren Spitze mit chlorsaurem Kali überzogen ist. Wird dieser Körper in concentrirte Schwefelsäure getaucht, so geht die Verbindung mit so großer Heftigkeit vor, daß eine Entzündung eintritt, die den am Zündhölzchen sogleich über jener Substanz angebrachten Schwefel mit entzündet.

Aehnliche Erscheinungen des Selbst-Entzündens zeigen die Pyrophore, welche die Eigenschaft besitzen, beim Zutritte der Luft sich zu entzünden. Der Hombergsche Pyrophor, der aus Kohle und aus dem mit Schwefel verbundenen Kalimetall besteht, hat, wenn er gut bereitet ist, die Eigenschaft, die Wasserdämpfe aus der Luft schnell an sich zu ziehen und das Wasser zu zersetzen, so wie das Kalimetall selbst diese Eigenschaft, wegen seiner ungemein starken Verwandtschaft zum Sauerstoff, im höchsten Grade besitzt und wo es mit Wasser zusammen kömmt, es unter Entzündung zersetzt. Auch die Knallmetalle gehören hieher. Diese gefährlichen Verbindungen explodiren bei geringer Erhöhung der Temperatur, und einige derselben bringen daher schon bei der leisesten Reibung, selbst wenn die Menge sehr klein ist, eine zerstörende Explosion hervor. Bei einigen derselben wird diese Wirkung nach der Meinung

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

der Chemiker durch die Zersetzung des in ihnen enthaltenen Ammoniak hervorgebracht, dessen Wasserstoff sich mit dem Sauerstoff des in der Verbindung enthaltenen Metall-Oxydes verbindet; in andern Fällen scheint eine eigne, der Cyansäure den Bestandtheilen nach fast gleiche Säure, Knallsäure, die Erscheinung zu bewirken.

Auch die uns im gemeinen Leben vorkommenden Körper zeigen nicht selten Selbst-Entzündungen. Nach mehreren Erfahrungen ist die fein zerriebene Kohle der Entzündung ohne hinzugebrachtes Feuer unterworfen, und Auberts Versuche zeigen, daß diese durch die bekannte Fähigkeit der Kohle, auch wenn sie nicht zerrieben ist, Luft zu absorbiren, hervorgebracht wird; diese Luft-Absorption bewirkt in der fein zerriebenen Kohle, wenn diese in bedeutender Menge zusammen ist, eine bis auf 180° Cent. gehende Erhitzung und im Innern, etwa 5 bis 6 Zoll von der Oberfläche, eine Entzündung, die sich dann nach oben ausbreitet. Die bei dieser Absorption der Luft eintretende Zunahme des Gewichtes der Kohle rührt, nach Aubert, nicht bloß von dieser Luft, sondern auch von aufgenommenem Wasser her. Wollene Zeuge, die mit Oel befeuchtet sind und auf Stroh liegen, können sich, wenn die Sonnenhitze sehr brennend ist, so erhitzen, daß sie sich entzünden *). Heuhaufen, die feucht zusammen gebracht sind, gerathen in eine Art von Zersetzung, wobei das Heu schwarz wird, und erhitzen sich sehr gewöhnlich bis zum Dampfen, zuweilen auch bis zur wirklichen Entzündung. Bei Haufen von Korn und bei manchen andern Körpern findet etwas Aehnliches statt.

Entzündung des Wasserstoffgas durch Berührung des Platinschwamms.

Als eine Selbst-Entzündung von besondrer Art muß ich noch die von Döbereiner entdeckte Eigenschaft des Platins anführen. Wenn man das metallische Platin sich sehr fein zertheilt verschafft, so wie man es bei der Zersetzung des Platinsalmiaks durch Feuer erhält, so besitzt dieser Platinschwamm die Eigenschaft das über seine Oberfläche hin strömende Wasserstoffgas, unter dem Zutritt der atmosphärischen Luft zu entzünden. Döbereiner wurde

*) Poggend. Ann. XX. 451. Gilb. Ann. LXIII. 426. 439.

durch eine Reihe von Versuchen auf die Anstellung dieses Versuchs geleitet, indem er bei einem Oxyde des Platins die Eigenschaft, das Wasserstoffgas begierig anzuziehen, entdeckt hatte. Dieses Entzünden und das Erglühen des Platins findet in reinem Wasserstoffgas nicht statt, sondern das aus einer Oeffnung hervordringende Wasserstoffgas muß sich mit atmosphärischer Luft (oder mit Sauerstoffgas) mischen und so an der Oberfläche des Platins hinstreichen. Eben diese Wirkung zeigen frisch abgefeilte Platinspäne, die jedoch nicht lange wirksam bleiben, aber durch Glühen oder durch Berührung von Salpetersäure oder Salzsäure (die durch Abtrocknen wieder weggeschafft sind,) stellt sich die Wirkung wieder her. Platinblättchen wirken nicht wenn sie glatt sind, wohl aber wenn sie sehr unregelmäßig faltig zusammengedrückt sind. Dieses Metall hat in den angegebenen Zuständen die Eigenschaft, selbst bei gewöhnlicher Temperatur, das Wasserstoffgas zu einer Verbindung mit Sauerstoffgas zu veranlassen, und indem diese Verbindung, so schnell statt findend, Wärme genug frei macht, so brennt das Wasserstoffgas und der Platinschwamm wird glühend. Nur wenige andre Metalle (Palladium z. B.) besitzen eben die Eigenschaft, bei mehrern hingegen ist sie nicht in der gewöhnlichen Temperatur, wohl aber bei etwas höhern Wärmegraden merklich. Man hat den ersten Ursprung dieser Erscheinung aus der starken electrischen Anziehung erklärt, welche das Platin auf den Wasserstoff ausübt, wodurch eine anfangende Erhitzung und, wegen der dadurch erhöhten Anziehung beider luftförmigen Stoffe auf einander, das Verbrennen entstehe; aber diese Erklärung ist doch nicht ganz genügend.

Diese Eigenschaft des Platins macht es brauchbar zu eudiometrischen Bestimmungen; denn wenn man die zu prüfende Luft mit Wasserstoffgas mischt, so bringt das hineingebrachte Platin eine Verbindung des vorhandenen Sauerstoffgas mit dem Wasserstoffgas hervor und aus der Menge der zerstörten Luft ergiebt sich, weil allemal zwei Volumentheile Wasserstoffgas sich mit einem Volumentheile Sauerstoffgas verbinden, die Menge des vorhanden gewesenen Sauerstoffgas.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Schlußbemerkungen über die Theorie der Wärme.

Die bisher mitgetheilten Erfahrungen enthalten die wichtigsten Erscheinungen, welche die Wärme uns zeigt, und sie sollten nun billig uns zu entscheidenden Bestimmungen über die Natur der Grund-Ursache der Wärme führen. Wie weit wir aber von der Kenntniß dieser noch entfernt sind, das habe ich schon mehrmals bemerkt, und muß auch hier dies Bekenntniß wiederholen. Die meisten Erscheinungen lassen die Erklärung zu, daß der Wärmestoff ein für unsre Abwägungen nicht merkbares Fluidum ist, das seiner Elasticität wegen sich überallhin, wo die Temperatur geringer ist, ergießt. Vermöge seiner Elasticität dehnt es die Körper aus, und die schon erhitzten Körper dehnen sich bei gleichen Aenderungen der Temperatur mehr aus, als die minder erhitzten, weil die gegenseitige Anziehung der Körpertheilchen sich der Ausdehnung weniger widersetzt, wenn sie weiter aus einander gerückt sind. Findet der Wärmestoff einen Abfluß in einen kältern Körper, so vermindert sich das Volumen des nun abkühlenden Körpers, weil die gegenseitige Attraction der Körpertheilchen diese wieder ungehindert näher an einander bringt. Sie haben gesehen, daß das Abmessen der Wärmemenge, die von einem Körper zum andern übergeht, das Abmessen der Wärme beim Schmelzen des Eises u. s. w., sich ganz gut diesen Ansichten angemessen zeigte; aber ich habe Ihnen auch nicht verhehlt, daß diese Ansicht — und ebenso jede andre — nicht ohne Schwierigkeit ist.

Und so wenig als wir hier zu einem Grade von Gewißheit gelangt sind, eben so wenig können wir uns dessen in Beziehung auf den Zusammenhang zwischen Licht und Wärme rühmen. Licht und Wärme befolgen bei der Strahlung so sehr übereinstimmende Gesetze, aber sind im Durchgange durch andre Körper doch so sehr verschieden. Die Zurückwerfung geschieht fast nach gleichen Gesetzen, aber bei dem Eindringen des Lichts in die undurchsichtigen Körper geht dieses, so scheint es uns, ganz verloren, während die Wärme hier gerade die bedeutendste Wirkung zeigt. Beim Durchgange durch durchsichtige Körper geht das Licht beinahe ungeschwächt durch, statt daß die Wärme fast ganz zum Erwärmen des Körpers verwandt wird. Da wo Licht und Wärme hervor-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

gebracht wird, gehen sie gewöhnlich zugleich, aber nicht in verhältnißmäßiger Menge hervor; die Lichtmenge scheint vermehrt zu werden, wenn die Entwickelung der Wärme schneller, gleichsam gedrängter, statt findet, aber die Wärmemenge bleibt darum, wenn sie auch in kürzerer Zeit hervorgeht, unvermehrt. Man hat gesagt, die Wärme enthalte das Licht als Bestandtheil, und werde bei sehr lebhafter Entwickelung zersetzt, so daß das Licht frei werde; — ich weiß nicht, ob diese Voraussetzung viel weiter führt.

Doch es ist passender, diese theoretischen Fragen, zu deren Beantwortung noch kein sicherer Weg eröffnet zu sein scheint, indem auch eine Undulationstheorie hier schwerlich zum Ziele führt, zu verlassen, und an den Dank gegen unsre Vorgänger und unsre Zeitgenossen für die umfassende Kenntniß der Erscheinungen, welche sie uns verschafft haben, das Bekenntniß zu knüpfen, daß die letzte Ursache dieser Erscheinungen uns noch verborgen ist.

Dreizehnte Vorlesung.

Die Untersuchungen über die Electricität, m. h. H., mit welchen ich Sie jetzt zu unterhalten anfange, gehören ganz der neuern Zeit an, und gewähren uns, da wir ihre Entwickelung vom ersten Anfange an vor uns haben, dadurch eine eigenthümliche Belehrung, daß sie uns zeigen, wie sich, sobald man nur anfängt zu fragen und zu beobachten, eine Frage nach der andern beantwortet, und sich so ein System entwickelt, das uns zuletzt um so mehr mit Bewunderung und Freude erfüllt, je geringer und unbedeutender es in seinem ersten Anfange erschien. In keinem Zweige der Physik hat sich die Kunst, zu errathen, welche Erscheinungen sich an die schon bekannten anknüpfen mögen, die Kunst, durch geschickte Anordnung von Versuchen den Grund der Erscheinungen zu erforschen und die Wahrheit der Hypothesen zu prüfen, glänzender gezeigt, als in der Lehre von der Electricität, wo nicht

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf