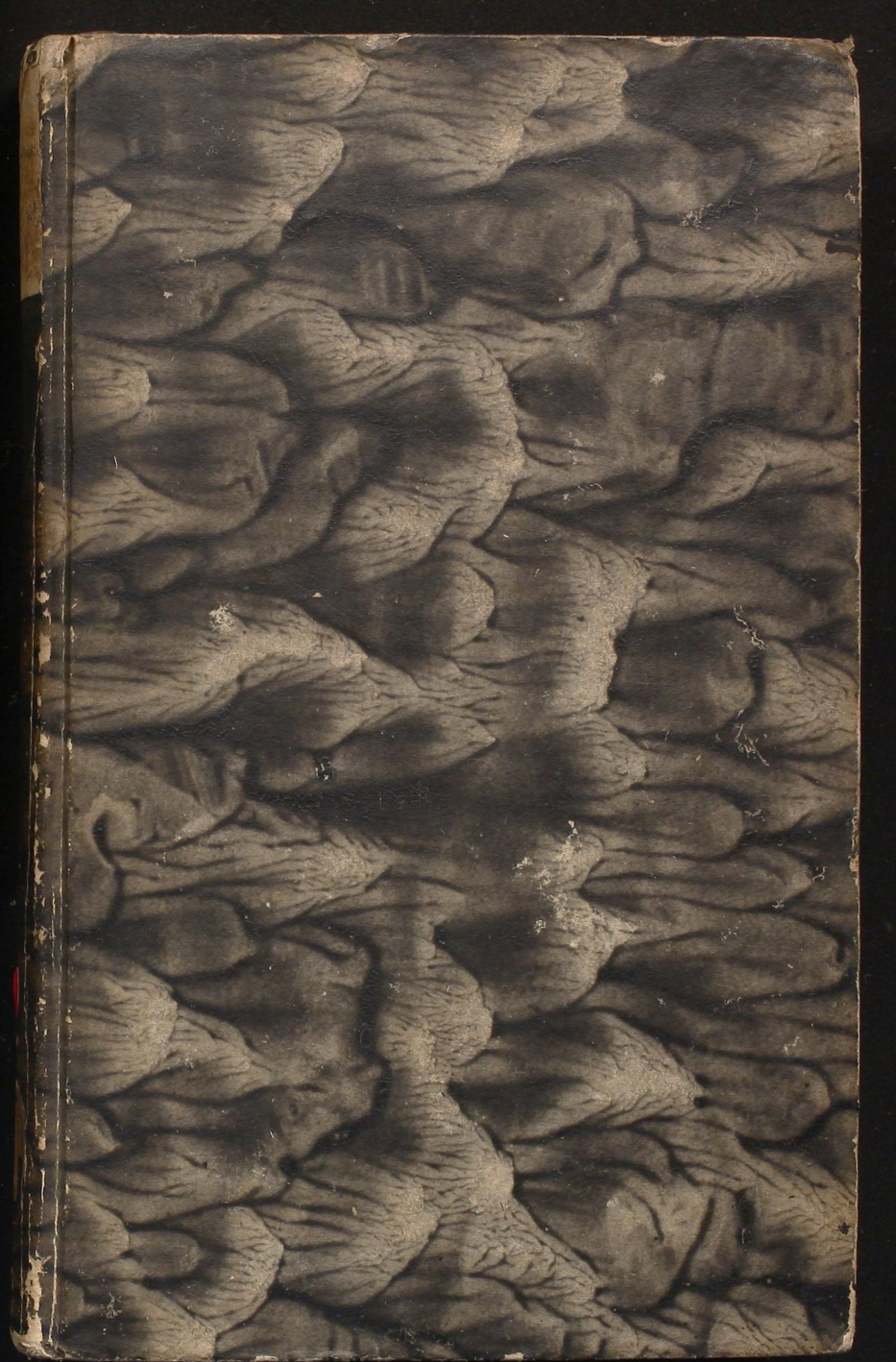




~~La. 32.~~
La. 32.

Beschreibung und Geschichte
der
neuesten und vorzüglichsten
Instrumente und Kunstwerke

für Liebhaber und Künstler
in Rücksicht ihrer mechanischen Anwendung,
nebst den
dabin einschlagenden Hülfswissenschaften.

Herausgegeben

von

J. G. Geißler,

Mitglied der naturforschenden Gesellschaft in Halle.

Fünfter Theil.

Mit sechs Kupfertafeln.

Zittau und Leipzig,
bei Johann David Schöps.

1796.

Antiquarische Bibliothek



Vor Erinnerung.

Die erste Abhandlung dieses fünften Theils meiner Sammlung von Instrumenten und Kunstwerken, deren geneigte Aufnahme von wahren Kennern ich mit Dank erkenne, enthält eine vollkommene Beschreibung der mit so vielem Rechte bewunderten, aber leider! bereits schon durch einen unglücklichen Brand ruinierten Dampfmaschine zu Albion Mill. Künstler werden den außerordentlichen Scharfsinn des Herrn James Watt in seinen Verbesserungen und Vervollkommnungen dieses so wichtigen Kunstwerks nicht verkennen, wie er alles, selbst scheinbar geringfügige Dinge in Acht genommen, um alle Vortheile zu gewinnen, die nur zu erhalten möglich sind. Ich hoffe durch diese nähere Bekanntmachung eines wahren Werks des menschlichen Scharfsinns von Vielen Dank zu verdienen, besonders da ich mich nicht erinnere, daß je eine vollständige Beschreibung dieses großen Kunstwerks in Deutschland erschienen ist.

Die zweite Abhandlung giebt eine vollständige Beschreibung eines Durchgangs-Instruments von wesentlichen Vorzügen zum Behufe praktischer astro-

*

no

nomischer Beobachtungen, das nicht nur wirklich gebaut, sondern auch mit praktisch mechanischen Bemerkungen von dem Verfasser dieser Abhandlung bereichert worden ist.

Nicht weniger ohne Vortheile wird die Beschreibung des Instruments zu Bestimmung der spezifischen Schwere der Flüssigkeiten sein, zu deren fernerer Berichtigung noch immer so viele Lücken sich finden. Vince's Beobachtungen über die Fundamental-Eigenschaften des Hebels sind zwar nicht unmittelbar praktisch, allein ich hoffe doch, daß sie hier nicht ganz ungewöhnlich sein dürften.

Die fünfte Abhandlung über die Bestimmung der comparativen Dichtigkeiten des Lichts bietet zu wichtigen praktischen Untersuchungen in mehr als einer Rücksicht die Hand, und diese dürften in der Folge vielleicht mit wichtigen Vortheilen sowohl in theoretischer als praktischer Hinsicht begleitet sein. Die darauf folgende Abhandlung ist eigentlich eine Folge der vorhergehenden, und, wie ich nicht weniger hoffe, der Aufnahme in diese Sammlung nicht unwerth.

J. G. Geißler.

Inhalt

Inhalt des fünften Theils.

I. Die Dampfmaschine. (Hall's new Roy. Encyclop. Art. Steam - Engine)	Seite 3
II. Beschreibung eines Durchgangs Instruments zu Bestimmung des Orts der Gegenstände am Himmel, so wie sie durch den Meridian gehen, von J. Wollaston. (Philos. Transact. 1793. P. II.)	57
III. Beschreibung eines Instruments zu Bestimmung der spezifischen Schwere der Flüssigkeiten; von J. G. Schmeisser. (Philos. Transact. 1793. P. II.)	82
IV. Beobachtungen über die Fundamental Eigenschaft des Hebels; nebst einer Prüfung des von Archimedes in seiner Demonstration angenommenen Grundsatzes; von Herrn S. Vince. (Philos. Transact. 1794. P. I.)	87
V. Beschreibung eines Verfahrens, die komparativen Dichtigkeiten des Lichts zu messen, welches von leuchtenden Körpern ausgeht; von General-Lieutenant Sir Benj. Thompson, Graf von Rumford. (Philos. Transact. 1794. P. I.)	94
Versuch über den Widerstand der Luft gegen das Licht.	117
Von dem Verluste des Lichts bei dessen Durchgange durch Platten von verschiedenen Arten von Glase.	126
* 2	Von

Von dem Verluste des Lichts bei dessen Reflexion
von der Oberfläche eines flachen Spiegels
glases. Seite 129

Von der relativen Menge des verbrauchten Oels
und des erhaltenen Lichts vermöge einer Ar-
gand'schen Lampe, und einer Lampe von ge-
wöhnlicher Bauart mit einem Vandyoch. 132

Von der relativen Menge des Lichts vermöge ei-
ner Argand'schen Lampe, und eines gewöhnli-
chen Wachslichtes. 134

Von den Schwankungen des Lichts von Wachs-
lichtern. 134

Von den relativen Eigenschaften des Bienenwach-
ses, Talgs, Olivenöls, Nüßensöls und Lein-
öls, dergleichen zu Erzeugung des Lichts an-
gewendet wird. 135

Von der Durchsichtigkeit der Flamme. 139

VI. Beschreibung einiger Versuche über die gefärbten
Schatten; von Gen. Lieutn. Sir. Benj. Thompson
Graf von Rumford. 141

(Philos. Transact. 1794. P. I.)

I.

Die Dampfmaschine.

Hall's new Royal Encyclopedia. Art. Steam-engine.

Die Dampfmaschine, oder wie man sie auch nennt, Feuermaschine, ist eine von den nützlichsten hydraulischen Maschinen, die der Fleiß neuerer Künstler, besonders in Rücksicht ihrer Anwendung in Bergwerken u. s. f. geliefert hat. Der Marquis von Worcester *) war wahrscheinlich der erste, welcher vorschlug, irgend eine große Menge Wasser vermöge des Wasserdampfes zu heben; auch beschrieb er damals schon eine Maschine dieser Art, so wie er sie selbst erfunden, welche einen steten Wasserstrom, nach Art einer Fontaine, 40 Fuß hoch trieb. Eine Person, welcher die Aufsicht dieser Maschine übertragen ward, wendete zwei Hähne wechselseitig, und unterhielt das Feuer. Nicht lange nach dieser Bekanntmachung versuchte ein gewisser Savary, Wasser mittelst des Feuers zu heben, und Maschinen zu diesem Endzwecke zu errichten. Um sich ganz diese Erfindung zuzueignen, kaufte er, nach Herrn Desaguliers, alle Schriften des Marquis von Worcester auf,

A 2

die

*) S. dessen Century of inventions, welche 1663 zuerst heraus kam.

die er nur finden konnte, und verbrannte sie, worauf er öffentlich bekannt machte, daß er zufälligerweise diese große Kraft des Dampfs entdeckt habe. In der That machte er auch viele Versuche, um diese Maschine zur Vollkommenheit zu bringen, so wie er auch viele Maschinen in England errichtete, allein zum Gebrauch bei Bergwerken konnte er sie noch nicht bringen; denn diese Ziese, aus welcher das Wasser gehoben werden mußte, war für seine Maschine zu groß, und erforderte einen Dampf von solcher Kraft, daß dabei die größte Gefahr zu besorgen war. Die weitem Fortschritte zu Bervollkommung dieser Maschine blieben daher liegen, bis um das Jahr 1705 Herr Newcomen, ein Eisenhändler, und Herr John Cowley, ein Glaser zu Dartmouth, einen andern Weg einschlugen, um Wasser vermittelst Feuer zu heben, wo der Dampf zu dieser Absicht, selbst bei den größten Ziesen der Bergwerke, nicht größer und stärker erforderlich war, als der Druck der Atmosphäre.

Um die Grundsätze, Bauart und Gebrauch einer solchen Maschine zu erklären, wollen wir einen Quell oder Mine p Taf. III. Fig. 11 annehmen, welche 150 Fuß tief sei, und aus welcher das Wasser vermittelst einer Pumpe gehoben werden solle, deren Zylinder $7\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser betrage; die Schwere einer zylindrischen Wassersäule von 150 Fuß Höhe und $7\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser wird also gegen 3000 Pfund betragen. Würde nun der Kolben dieser Pumpe vermittelst einer Kette an dem Ende eines Hebels h h wie bei H angehängen, und am andern Ende würde eine Kraft wie bei P angebracht, die jene überwältigte, so würde dadurch das Wasser gehoben werden. Diese Kraft, sieht man aber wohl, kann von der Stärke eines Menschen oder Thiers nicht erhalten werden, denn es würden hundert Menschen zu Regierung des Kolben erforderlich sein, deren jeder mit einer Kraft von 30 Pfund zöge; und da

da die Pumpe in einem Bergwerke nicht aufhören darf, so würden noch hundert Menschen nöthig sein, um erstere abzulösen; angenommen nun, daß zwei hundert Menschen hinreichend wären, welches vielleicht noch nicht der Fall sein dürfte, so würden die Ausgaben dabei den Ersatz weit übersteigen. Nehmen wir Pferde, jedes fünf Menschen gleich gerechnet, so sind dazu zwanzig Pferde erforderlich, die zu gleicher Zeit arbeiten, und noch andre zwanzig, um erstere abzulösen, welche Anzahl von Pferden gleichfalls zu kostspielig sein würden; außer dem, daß weder Menschen noch Pferde fähig sein würden, mehr als 15 oder 16 Züge in einer Minute zu thun; es ist daher nöthig, irgend eine andre Kraft anzuwenden. Die wirksamsten Mittel dazu giebt vorzüglich die Anwendung der Dampfmaschine, deren Beschreibung und Gebrauch im folgenden enthalten ist.

B Taf. III. Fig. 11 ist ein großer Kochkessel, dessen Wasser vermöge des unter ihm angemachten Feuers in elastischen Dampf verwandelt wird. Der große Zylinder CC ist acht bis neun Fuß lang, und zwei und zwanzig Zoll weit; er ist an dem Kessel befestiget, und hat damit Gemeinschaft vermöge des Rohrs D d. An der untern Oefnung desselben innerhalb dem Kessel erhält vermöge des Dampfahns oder Regulators E 10 eine breite Platte eine solche Bewegung, daß dadurch der Durchgang verschlossen oder geöffnet wird, um den Dampf in den Zylinder zu verhindern oder zuzulassen, so wie die Umstände es nothwendig machen. Innerhalb dem Zylinder geht ein gehörig belederter Kolben, dessen Stange L an eine Kette befestiget ist, welche von dem Ende eines Hebels bei P herab hängt. Der Durchmesser des Rohrs D ist ohngefähr vier Zoll. Der Dampf in dem Kessel muß immer etwas stärker sein als die Luft, damit wenn er in den Zylinder eingelassen wird, er etwas stärker wirke als der Druck der äußern Luft,

Luft, welche den Kolben an den Boden *d n* aufdrückt. Ist nun auf diese Art der Kolben in Freiheit, so wird die Pumpstange vermöge der größern Kraft am entgegengesetzten Ende herabgehen, und einen Zug thun, welches mehr als das Zweifache der Kraft des Kolben u. s. f. an dem andern Ende ist. Das Ende des Hebels an der Pumpe also wird stets überschlagen und herabgehen, wenn der Kolben in Freiheit ist. Der Handgrif des Dampfahns *E 10*, wenn er gegen *n* gedrehet wird, öfnet das Rohr *D*, um den Dampf einzulassen; wird er hingegen gegen *O* gedrehet, so verschließt er dasselbe, und hindert das fernere Einstömen. So wird nunmehr der Kolben bis oberhalb dem Zylinder bei *C* gehoben, wo er voll vom Dampfe ist. Der Hebel *O x* muß sodann gehoben werden, um vermöge der Zähne den Einlaßhahn bei *N* zu drehen, wodurch aus der Zisterne *g* vermöge des Rohrs *g M N* gegen den Boden des Zylinders bei *n* Wasser gebracht wird, wo es wie eine Fontaine aufsteigt, und indem es gegen den Boden des Kolben geht, so werden die überall über den Zylinder zerstreuten Wassertropfen vermöge ihrer Kälte diesen Dampf wieder in Wasser verdichten, und auf den Boden des Zylinders niederfallen *).

Herr Beighton machte einen Versuch, um die Verdünnung des Dampfes zu bestimmen, wo er fand, daß der Inhalt eines gewissen Zylinders von Dampf 113 Gallonen betrug, und da sechzehn Züge innerhalb einer Minute geschehen, so beträgt der Dampf innerhalb

*) Die äussere Luft wirkt nunmehr nach der solchergestalt aufgehobnen Kraft des Dampfes, der den Kolben in die Höhe trieb, oberhalb den Kolben und treibt ihn niederswärts, wodurch zugleich das entgegengesetzte Ende des Hebels u. s. f. gehoben wird.

halb einer Minute $113 \times 16 = 1808$ Gallonen. Auch hat er bemerkt, daß der diesem Zylinder verhältnißmäßige Kochkessel alle Minuten ohngefähr mit fünf Pinten Wasser ersetzt werden müsse, da 282 Kubitzoll eine Gallone betragen, so machen $35\frac{1}{2}$ eine Pinte, und $5 \times 35\frac{1}{2} = 176\frac{1}{2}$ in fünf Pinten; die Kubitzolle Dampf sind $1808 \times 282 = 509856$; wenn wir nun sagen, wie $176\frac{1}{2} : 509856 = 1 : 2887$; oder ein Kubitzoll Wasser wird in 2887 Zoll Dampf ausgedehnt; der Dampf im Zylinder wird also auf den $\frac{1}{2887}$ sten Theil gebracht, wenn er vermittelst des eingespritzten kalten Wassers in Wasser verwandelt wird; es wird daher ein hinreichender leerer Raum in dem Zylinder erhalten werden, damit der Kolben ohne Gleichgewicht vermittelst des Drucks der Atmosphäre fallen kann. So wie nun der Kolben niedersteigt, so erhebt sich das andre Ende des Hebels, und folglich auch der Kolben der Pumpe, welcher das Wasser herauf bringt, und es bei p ausgießt. Nun kann das ganze Geschäft des Oefnen und Schließens des Dampfreulators und des Einlaßhahns innerhalb einer solchen Zeit geschehen, daß vollkommen sechzehn Züge in einer Minute erfolgen. Damit nun aber die Zisterne g stets Wasser genug habe, ist ein Bogen x nahe bei dem Bogen H am Ende der Pumpe befestiget, von welchem eine andre Pumpstange k und ein Kolben herabgeht, und das Wasser aus einer kleinen Zisterne nahe an der Oefnung eines Behälters nimmt, (welcher von dem Wasser angefüllt wird, was bei p heraufgezogen worden,) in dem Rohre m m m in die Zisterne g treibt, die solchemnach nie Mangel an Wasser hat. Damit die Leder des Kolben C stets geschmeidig und angeschwollen bleiben, um solchergestalt stets luftdicht zu sein, kommt ein kleiner Wasserstrom von dem Eingufrohre M vermöge des Arms 2. Oberhalb dem Zylinder befindet sich ein Zeller

ler L, welcher das Wasser aufnimmt, was auf dem Kolben steht, um nicht überzufließen, wenn der Kolben wie bei W seine größte Höhe erreicht hat, wo denn, wenn endlich der Zeller zu voll ist, das Wasser in dem Rohre V zu dem geräumigen Behälter bei Y herab läuft. Das Wasser in dem Kochkessel, welches zu Erzeugung des Dampfes verwendet wird, wird vermittelt eines Rohrs Ff von ohngefähr drei Fuß Länge ersetzt, und kommt vermöge des Rohrs W oberhalb dem Kolben, woher zugleich der Vortheil erhalten wird, daß es stets warm ist, mithin das beständige Kochen des Wassers nicht hindert. So giebt es auch bei G zwei Bistirröhren, um zu erfahren, ob der Kessel zu viel oder zu wenig Wasser hat, weil im erstern Falle nicht Raum genug für den Dampf sein würde, im letztern Falle aber der Kessel leicht Schaden vom Verbrennen nehmen könnte; die eine dieser Röhren geht unter die Oberfläche des Wassers, wenn es die gehörige Höhe hat, und die andre steht etwas oberhalb. Wenn alles in seiner Richtigkeit ist, so giebt der Schließhahn des kürzern Rohrs, wenn er geöffnet wird, blos Dampf, und derjenige des langen Rohrs Wasser; ist dies aber nicht, so werden beide Hähne Dampf geben, wenn die Oberfläche des Wassers zu tief ist, oder beide Wasser, wenn sie zu hoch ist: der Hahn, welcher den Kochkessel bei F mit Wasser versieht, kann alsdenn geöffnet werden, um dem Wasser darin die erforderliche Höhe zu geben. Das kalte Wasser, welches in den Zylinder gelassen wird, um den Dampf zu verdichten, wird vermittelt der Ausführungsrohre dTY abgeleitet, und geht von dem Boden des Zylinders zu dem offenen Behälter Y, wo sie etwas unter das Wasser reicht, sodann aber sich aufwärts biegt, und daselbst mit einer Klappe Y versehen ist, um die Luft gegen das Einströmen in die Röhre abzuhalten, dem zudringenden Wasser aber freien

freien Ausgang gestattet; auf diese Art wird der Zylinder beständig leer erhalten.

Damit nun aber der Dampf für den Kochkessel nicht zu stark werde, wovon er leicht springen könnte, befindet sich bei b eine Klappe mit einem senkrechten Drahte, der auf die Mitte aufdrückt, und woran Bleigewichte befestiget sind, um die Stärke des Dampfes zu untersuchen, welcher von innerhalb dagegen drückt. So hat man erfahren, daß der Dampf gleiche Stärke mit der Luft hat, wenn er so viel Gewicht auf der Klappe hebt, als ohngefähr 15 Pfund auf einen Quadrat Zoll gehen. Wenn der Dampf stärker wird, als es erforderlich ist, so hebt er alsdenn die Klappe und geht ab. Der Dampf ist seiner Stärke nach veränderlich, allein niemals, weder über noch unter ein Zehnthheil stärker oder schwächer, als die gemeine Luft: denn man hat gefunden, daß die Maschine vorzüglich gut geht, wenn für jeden Quadrat Zoll der Klappe b ein Pfund schwer Gewicht gelegt wird. Dies ist ein Beweis, daß der Dampf alsdann um den funfzehnten Theil stärker ist, als die gemeine Luft. Da nun die Höhe des Zuführungsröhrs von dem Trichter F bis zur Oberfläche des Wassers Ss nicht über drei Fuß beträgt, und $3\frac{1}{2}$ Fuß Wasser ein Zehnthheil des Drucks der Luft verschaffen, so würde, wenn der Dampf um den zehnten Theil stärker wäre als die Luft, er das Wasser bei F heraus treiben, welcher, damit dies nicht geschieht, nicht stärker sein kann, als die Luft, selbst in dem Falle, wo er, wenn der Regulator geschlossen ist, vollkommen begränzt ist. Wenn der Regulator geöffnet wird, so giebt der Dampf dem Kolben einen Stoß, der ihn etwas in die Höhe treibt, wo er dann einen größern Raum einnimmt, und von einerlei Stärke wird, mithin mit der Atmosphäre in Gleichgewicht; der Kolben also, wenn er frei wird, hebt das Ende W. Nunmehr wird der Dampf,

so wie er sich in dem ganzen Raume des Zylinders verbreitet, schwächer als die Luft, und würde den Kolben nicht tragen, wenn das andre Ende des Hebels nicht schwerer wäre, wodurch er oben gehalten wird. Der Dampf treibt bei jedem Zuge das eingelassene Wasser des vorhergehenden Zuges aus der Ausführungsroöhre dTY, und würde selbst folgen, und die Klappe Y öffnen, welche mit keinem Gewichte versehen ist, wäre er stärker als die Luft, welches niemals der Fall ist. Wäre er von gleicher Stärke wie die Luft, so würde er genau alles Wasser bei Y austreiben, allein nicht selbst nachfolgen, wenn der Druck auf jede Seite der Klappe als gleich angenommen wird. Wäre er schwächer als die Luft, so könnte er alsdenn nicht alles Wasser aus dem Rohre dTY treiben, sondern die Oberfläche würde z. B. bei T stehen, wo die Wassersäule TY, die der Stärke des Dampfes zugesetzt wird, gleich ist dem Drucke der Luft. Wenn der Dampf um den zehnten Theil schwächer ist als die Luft, so ist die Höhe TY = $3\frac{1}{2}$ Fuß. Da nun der ganze senkrechte Abstand von d bis Y nur vier Fuß ist, und der Dampf sters hinreichend, das Wasser auszutreiben, so ist offenbar, daß er nie mehr als um den zehnten Theil schwächer sein kann als die Luft, wo er alsdann, auch wirklich am schwächsten ist.

In allem eingelassenen Wasser befindet sich Luft, und obschon diese Luft mit dem Dampfe nicht genommen oder damit verdichtet werden kann, so wird sie doch niedergeschlagen, und durch den Dampf zu dem Boden des Zylinders fallen, da sie ungleich schwerer ist. Denn es ist bewiesen, daß der Dampf zum Wasser nach seiner Dichtigkeit sich wie 1 zu 2887 verhält; allein die Dichtigkeit der Luft verhält sich zu derjenigen des Wassers wie 1 zu 864, daher ist die Verdünnung des Dampfes zu derjenigen der Luft wie 2887 zu 864:
die

die Luft wird daher durch den Dampf zu Boden fallen, und von da durch ein kleines Rohr ausgetrieben werden, welches sich in dem Zeller bei 4 öffnet, woran eine Klappe befindlich ist. Wenn nun der Dampf anfangs in den Zylinder geht, und etwas stärker als die äußere Luft ist, so wird er die gefällte Luft treiben, die Klappe bei 4 zu öffnen, daß sie weggeht, indeß der Dampf selbst nicht nachfolgen kann, weil er schwächer als die äußere Luft ist, und der Kolben steigt, um sich auszudehnen. Die Klappe hat wegen des Geräusches, was sie dabei macht, daher auch ihren Namen erhalten.

Unter die großen Verbesserungen dieser Maschine können wir besonders diejenige Einrichtung rechnen, vermöge welcher die Maschine selbst den Regulator und den Einlaßhahn öffnet und schließt, und zwar noch genauer und zuverlässiger als eine dieserwegen angestellte Person zu thun im Stande ist: zu dieser Absicht befindet sich an dem Bogen Z in einer gehörigen Entfernung von dem Bogen P eine Kette, von welcher senkrecht der Theil oder die Stange Q Q herab hängt, die bis zum Boden herab geht, und durch eine Oefnung geht, in welcher sie genau einlegt. Dieser Theil ist mit einem langen Einschnitte, mit verschiednen Löchern und Nägeln versehen, um verschiedne kleine Hebel in Bewegung zu setzen, welche die Hähne auf folgende Art öffnen und schließen. Zwischen den zwei senkrechten Theilen von Holz an jeder Seite von P befindet sich eine viereckige eiserne Welle A B Fig. 12, auf welcher verschiedene Theile von Eisen als Hebel sind. Der erste ist der Theil C E D, welcher das Y genennt wird, weil es diesen Buchstaben umgekehrt vermöge seiner Gabel E und D vorstellt; an dem obern Theile ist ein Gewicht F, welches höher oder tiefer gestellt werden kann, so wie es die Umstände erforderlich machen. Dieses Y ist vollkommen auf der eisernen Welle A B, befestiget. Von der Welle

Welle hängt eine Art von einem eisernen Biegel IKLG, vermöge dessen zwei Haken I, G herab, und hat an dem untern Theile zwei Oefnungen K, L, wodurch ein langer eiserner Stift LK eingelegt wird. Dieser Stift geht auch zugleich, so wie er eingelegt wird, durch die Löcher an den Enden E, N der horizontalen Gabel EQN, dessen Ende Q sich mit dem Handgriffe des Regulators V 10 verbindet. Von Q bis O sind verschiedene Löcher, vermöge welcher dieser Handgriff an demjenigen Theile des Endes befestiget werden kann, welcher der bequemste ist. Auf die Welle AB ist unter rechten Winkeln mit dem Y ein Handgriff oder Hebel G 4 befestiget, welcher außerhalb des Theils Q Q geht, und zwischen den Stiften liegt. Eben so befindet sich auch auf der nämlichen Welle ein andrer Handgriff H 5, welcher gegen den erstern G 4 unter einem halben rechten Winkel liegt; er geht durch den Einschnitt des Theils Q Q, und liegt auf einem seiner Stifte. Man sieht hieraus, daß wenn die Stange Q Q herauf gezogen wird, deren Stift in dem Einschnitte den Arm H 5 hebt, welcher sich um die Welle so gedrange bewegt, daß das Y nebst dessen Gewichte F von C bis 6 gehoben wird, in welcher Richtung es fortfahren würde sich zu bewegen, nachdem es außerhalb der senkrechten Linie gekommen, wenn es nicht von einem Riemen aufgehalten würde, welcher sich bei o befindet, und an den Enden m und n auf solche Art befestiget wäre, daß das Y dadurch eine Vibration vor- und rückwärts um den vierten Theil eines Zirkels unter gleichen Entfernungen auf dieser Seite und von der senkrechten Linie erhält. In der hier gegebenen Vorstellung ist der Regulator offen, und seine Platte D Y befindet sich auf einer Seite des Rohrs S, welches mit dem Zylinder und dem Kochkessel in Verbindung steht. Der Kolben steht nunmehr oberhalb, und eben so befindet sich auch die Stange Q Q bei-

beinahe in ihrer größten Höhe: der Stift in dem Einschnitte hat den Arm H 5 so weit gehoben, daß das Gewicht F oberhalb dem Y so weit von n gebracht worden, daß es außerhalb der senkrechten Linie steht, und eben gegen m fallen will; wenn dies der Fall ist, so geschieht vermittlest des Arms desselben E ein scharfer Zug gegen den eisernen Stift KL, und indem die Gabel ON horizontal gegen die Stange Q gezogen wird, so wird das Ende 10 des Regulators gegen t gewendet, und er vermittlest der Platte Y unter den Oefnungen des Rohrs S geschlossen. Unmittelbar nachdem der Regulator geschlossen worden, so hebt die Stange, die etwas höher geht, vermittlest ihres Stifts s außerhalb auf dem untern Theile das Ende k 1 des Handgriffs des Einlaßhahns, und öfnet ihn, indem die zwei gezahnten Theile eine Bewegung erhalten. Auf diese Art erfolgt nunmehr ein leerer Raum, die Stange geht herab, und der Stift r, welcher den Handgrif k 1 herabdrückt, verschließt den Einlaßhahn: so wie nun die Stange noch weiter herab geht, so treibt der Stift p den Handgrif G 4 herab, führt das Y zurück, der Arm D treibt die Gabel NG vorwärts, und öfnet nunmehr den Regulator wieder, um neuen Dampf einzulassen u. s. f.

Nach der bereits erwähnten Einrichtung wurden eine geraume Zeit diese Maschinen erbaut, bis eine andre Verbesserung große Vortheile zu versprechen schien; es ward nämlich, anstatt den Kochkessel mit warmen Wasser von oberhalb dem Zylinder dem Stange des obern Rohrs W, Fig. 11 und des untern F f zu versehen, dieses durch siedend heißes Wasser ersetzt, das aus dem Ausführungsrohre d TV abgeht, und jetzt, anstatt in den Behälter bei Y abzulaufen, in den Kochkessel oberhalb geleitet wurde. Da nun das Ausführungsrohr sonst zur Seite des Zylinders abgieng, so ward es nunmehr

mehr in den Boden desselben eingelassen; denn obschon der Druck des Dampfes in den Kochkessel etwas größer in dem Zylinder sein dürfte, so wird jedoch die Last des Wassers in dem Ausführungsrohre, welches zur Kraft des Dampfes in dem Zylinder hinzu kommt, das Wasser beständig herabtreiben, indem es den Widerstand in dem Kochkessel überwindet.

Indessen mußte demohnverachtet, selbst nach den großen Verbesserungen des Herrn Newcomen in Rücksicht der Dampfmaschinen, der große Aufwand an der Feuerung, welcher damit vergesellschaftet war, doch immer als ein unermeßlicher Aufwand angesehen werden der die Vortheile davon sehr verminderte. Es ist allgemein bekannt, daß jede Dampfmaschine von beträchtlicher Größe alle Jahre um 3000 Pfund Sterl. Kohlen nöthig hat. Diesen Aufwand verminderten nunmehr die außerordentlich wichtigen Verbesserungen, welche an der Dampfmaschine seit mehr als dreißig Jahren geschehen, und die wir dem Fleiße des Herrn James Watt zu verdanken, um vieles. Seine Einrichtung besteht darin, daß er eine gleichförmige Hitze in dem Zylinder seiner Maschine dadurch unterhält, daß er zu verhindern sucht, daß ihm kein kaltes Wasser zu nahe kommt, und daß er ihn vor der Luft und jedem andern kalten Körpern sicherte in welcher Rücksicht er ihn noch mit einem Zylinder umgiebt, der mit Dampf, oder mit heißer Luft oder Wasser angefüllt ist, und ihn zugleich mit Substanzen bedeckt, welche die Wärme nur sehr langsam fahren lassen. Sein leerer Raum ist beinahe demjenigen des Barometers gleich, da er den Dampf in einem besondern Gefäße verdichtet, welches er den Kondensor nennt, und welcher willkürlich abgekühlt werden kann, ohne den Zylinder zu erkalten, es sei nun durch Einlassung von kaltem Wasser, oder daß er den Kondensor damit umgiebt, insgemein durch beides.

des. Ueberdies zieht er das eingelassene Wasser, und die freie Luft aus dem Zylinder oder aus dem Kondensor mittelst Pumpen, welches vermöge der Maschine selbst bewirkt wird, oder er bläst sie durch den Dampf aus. Da der Zutritt von Luft in den Zylinder die Wirkung der Maschine aufhalten würde, und da kaum zu erwarten steht, daß solche große Kolben, wie diejenigen der Dampfmaschinen sind, sich auf und nieder bewegen können, und es dochlechterdings erforderlich ist, daß sie in den gewöhnlichen Maschinen luftdicht sind, so geht beständig ein Wasserstrom auf den Kolben, welcher den Zutritt der Luft abhält: indessen würde dieses Verfahren, den Kolben dagegen zu sichern, ob es schon bei den gewöhnlichen ohne Schaden erfolgt, bei den neuen Maschinen von großem Nachtheile sein. Ihr Kolben wird daher mit ungleich mehr Fleiß und Genauigkeit bearbeitet; der äußere Zylinder, welcher einen Deckel hat, sichert ihn, und der Einlaß des Dampfes erfolgt über dem Kolben; wenn nun ein leerer Raum unterhalb erzeugt wird, so wirkt er darauf vermöge seiner Elasticität, eben so wie es von der Atmosphäre bei gewöhnlichen Maschinen vermöge ihrer Schwere geschieht. Auf diese Art wird denn die Luft von dem innern Zylinder abgehalten, und verschafft den Vortheil, daß die Kraft verstärkt wird, indem die Elasticität des Dampfes vermehrt wird.

Bei Herrn Watt's Maschinen stehen gleichfalls der Zylinder, die großen Balancirbalken, die Pumpen u. s. f. in ihrer gewöhnlichen Lage. Der Zylinder ist nach Verhältniß der Last kleiner als gewöhnlich, und besonders genau gebohrt. Bei ganz vollkommenen Maschinen ist er in einer geringen Entfernung mit einem andern Zylinder umgeben, welcher einen Boden und einen Deckel hat. Der Zwischenraum zwischen diesen Zylindern hat mittelst eines großen Rohrs, welches
an

an beiden Enden offen ist, Gemeinschaft mit dem Kochkessel, so daß er stets mit Dampf erfüllet ist, und solchemnach der innere Zylinder stets in einerlei Hitze mit dem Dampfe erhalten wird, mithin auch jede Verdichtung innerhalb demselben aufhört, welches schädlicher wäre, als eine gleiche Verdichtung in dem äußern.

Der innere Zylinder hat, wie gewöhnlich, einen Boden und einen Kolben, und da er nicht ganz bis an den Deckel des äußern Zylinders reicht, so hat der Dampf in dem Zwischenraume jederzeit freien Zugang zu der obern Seite des Kolben. Der Deckel des äußern Zylinders hat eine Oefnung in der Mitte, und die Kolbenstange, welche genau zylindrisch ist, bewegt sich durch diese Oefnung auf- und unterwärts, welche auch noch überdies vermittelst einer Bekleidung von gepuften Fasern, welche vermittelst eines Ringes aufgeschraubt werden, Dampfdichte erhalten wird. An dem Boden des innern Zylinders befinden sich zwei regulirende Klappen, deren eine den Dampf aus dem Zwischenraume in den innern Zylinder unterhalb dem Kolben gehen läßt, oder ihn willkürlich ausschließt; die andre öfnet oder schließt das Ende eines Rohrs, welches zu dem Kondensor führt. Dieser Kondensor besteht aus einer oder mehr Pumpen, die so wie bei gewöhnlichen Pumpen mit Klappen und Eimern versehen sind, und vermittelst Ketten getrieben werden, die an dem großen Balancirbalken der Maschine befestiget sind. Das Rohr, welches von dem Zylinder geht, ist mit dem Boden dieser Pumpen verbunden, und der ganze Kondensor steht innerhalb einer Zisterne mit kaltem Wasser, welches von der Maschine ersetzt wird. Der Ort dieser Zisterne befindet sich entweder innerhalb dem Hause unter dem Aestrich zwischen dem Zylinder und der Wand für den Hebel, oder außerhalb dem Hause zwischen dieser Wand und der Feuermauer der Ma-

Maschine, so wie es am meisten bequem ist. Wenn der Kondensor von Luft vermöge des Zugs leer ist, und beide Zylinder mit Dampf angefüllt sind, so wird die regulirende Klappe, welche den Dampf in den innern Zylinder läßt, geschlossen, und der andre Regulator, welcher mit dem Kondensor in Verbindung steht, wird geöffnet, wo sodann der Dampf in den leeren Raum des Kondensors mit Gewalt eindringt: allein hier kommt er in Berührung mit den kalten Seiten der Pumpen und des Rohrs, und stößt auf einen Strom von kaltem Wasser, dessen Eindringen zu gleicher Zeit mit dem Ausführungsregulator geschah; dieser beraubt ihn augenblicklich seiner Wärme, und zersetzt ihn zu Wasser; da nun der leere Raum vollkommen der nämliche bleibt, so strömt immer mehr Dampf zu, und wird verdichtet, bis der innere Zylinder vollkommen leer ist. Da nun auf diese Art der Dampf, welcher über dem Kolben sich befindet, nicht mehr weiter mit demjenigen, welcher unterhalb ist, in Verbindung steht, so wirkt er auf den Kolben vermittelst seiner ganzen Elasticität, und macht, daß er zu dem Boden des Zylinders fällt, und hebt solchemnach die Eimer der Pumpen, welche an dem andern Ende der Balancierstange angehangen sind. Der Ausführungsregulator wird nunmehr geschlossen, und derjenige für den Dampf wieder geöffnet, welcher, indem er den Dampf einläßt, macht, daß der Kolben vermöge der ungleich größern Schwere der Pumpstangen gehoben wird, wo denn jezt die Maschine zu dem fernern Zuge bereit ist.

Die Wirkung dieser Maschinen ist ungleich regelmäßiger und dauerhafter als der gewöhnlichen, und überhaupt alle übrigen Vortheile noch ungleich beträchtlicher. Das Ersparen an Feuerung beträgt wenigstens gegen zwei Dritttheile, welches immer ein sehr wichtiger Gegenstand ist, besonders wo Kohlen theuer sind.

B

Diese

Diese neuen Maschinen heben von 20000 bis 24000 Kubikfuß Wasser zu einer Höhe von 24 Fuß vermöge eines Centners guter Kohlen. Diese erwähnten Verbesserungen geschahen von Herrn James Watt von Birmingham im Jahr 1764, weswegen er auch im Jahr 1768 vom Könige in England ein Patent in Rücksicht des alleinigen Nutzens seiner Erfindung erhielt; da er aber bei der Ausführung einer großen Maschine auf verschiedene Schwierigkeiten stieß, und er überdies mit andern Geschäften überhäuft war, so legte er das Unternehmen bis 1774 bei Seite, wo er in Verbindung mit Herrn Boulton nahe bei Birmingham eine Radmaschine vollendete. Er kam sodann beim Parlamente wegen Verlängerung der Dauer seines Patents ein, welches ihm auch vermittelst einer Akte im Jahr 1775 verwilliget wurde; seit dieser Zeit machte denn Herr Watt noch verschiedene andre beträchtliche Verbesserungen an dieser Maschine, und erhielt dieserwegen auch den dritten Julius 1783 nochmals das Patent; wir werden ihrer in der Folge gleichfalls näher erwähnen. Die Vortheile, welche daher entstehen, sind das Ersparen des dritten Theils der jährlichen Feuerung, wenn diese Maschinen mit den gewöhnlichen von gleicher Größe verglichen werden. Die Maschinen werden auf Kosten derjenigen gebauet, welche sich ihrer bedienen wollen, und die Herren Boulton und Watt liefern dazu alle Zeichnungen, Anweisungen und Aussicht, als erforderlich sein dürfte, einen einheimischen Künstler in Stand zu setzen, eine solche Maschine vollkommen fertig zu bauen.

Dies ist der Anfang und Fortgang der Dampfmaschine, nebst der allgemeinen Uebersicht von der Beschaffenheit der Verbesserungen des Herrn Watt, deren gegenwärtige Vervollkommnungen, so wie sie in Albion Mills angewendet worden, und eine der wichtigsten Er-

fin-

findungen sind, welche in diesem Jahre in der Mechanik statt gefunden haben, im folgenden näher beschrieben werden sollen.

Wir werden uns indessen aber bei der Beschreibung selbst ganz allein an Herrn Watt's Verbesserungen halten, da seine Maschine in jeder Rücksicht mit den gewöhnlichen, wie sie Taf. III. Fig. 11 und 12 vorgestellt worden sind, einerlei ist; die vorübergehende Beschreibung dieser Maschine wird daher in Rücksicht des Gebrauchs und der Anwendung der folgenden Verbesserungen des Herrn Watt alle Aufschlüsse gewähren.

Alle Figuren, welche zu Erläuterung der neuen Verbesserungen dienen, sind nach einem verhältnißmäßigen Maßstabe verzeichnet, wie man aus folgender Beschreibung sehen wird.

Damit aber der Leser einen vollkommenen Begriff von der Natur dieser besonders wichtigen Verbesserung erhalte, will ich hier noch eine Erklärung der Ausdrücke beifügen, deren sich Herr Watt bei Beschreibung seiner Maschine bedient hat.

Erstlich, der Zylinder, oder das Dampfgefäß ist dasjenige, worin die Kräfte des Dampfes oder der Luft angewendet werden, daß die Maschine wirkt, welches auch übrigens seine Form sein dürfte, die gewöhnlich zylindrisch ist.

Zweitens, der Kolben ist ein beweglicher Theil, welcher in dem Zylinder auf und nieder geht, und genau einpaßt; auf diesen Kolben wirken unmittelbar die Kräfte des Dampfes.

Drittens, die Kondensoren sind gewisse Gefäße von einer eignen Erfindung, worin der Dampf entweder durch unmittelbare Vermischung mit dem Wasser, das hinreichend kalt ist, oder durch Berührung mit andern kalten Körpern verdichtet wird; diese Kondensoren liegen entweder in demjenigen Theile des Zylinders
B 2
selbst,

selbst, zu welchen der Dampf nie Zugang hat, ausgenommen wenn er verdichtet oder in Wasser verwandelt werden soll, oder sie haben vermittelst Röhren Gemeinschaft mit dem Zylinder, welche dann zu gehörigen Zeiten geöffnet oder geschlossen werden; oder es werden auch diese Röhren, welche Ausführungsrohren genannt werden, und zu den Luftpumpen oder zu irgend einer andern Vorrichtung gehen, um den verdichteten Dampf und das eingeführte Wasser wegzuleiten, zu dieser Absicht selbst angewendet.

Viertens, die Luft und die heißen Wasserpumpen sind Pumpen oder andre Vorrichtungen, um die Luft, und das erhitzte Wasser von den Zylindern und den Kondensoren abzuführen.

Fünftens, der Balancirbalken ist ein doppelter Hebel, ein Rad, oder Räder, oder irgend eine Vorrichtung, welche die Hülfsmittel darbietet, um die Kraft von dem Kolben zum Pumpenwerke, oder zu irgend einer andern Vorrichtung zu führen, um von der Maschine bearbeitet werden zu können.

Meine erste neuere Verbesserung an den Dampf- oder Feuermaschinen besteht darin, daß ich den Dampf in die Zylinder oder in die Dampfgefäße der Maschine blos übergehen lasse, während dem der Kolben dieses Zylinders zum Theil fällt oder steigt, und daß ich mich der elastischen Kräfte bediene, womit dieser Dampf sich im Verfolge selbst ausbreitet, um größere Räume einzunehmen, so wie die Kräfte auf den Kolben während des übrigen Theils des Steigens oder Fallens dieses Kolben wirken; ferner daß ich Hebel oder andre Vorrichtungen mit einander verbinde, damit die ungleichen Kräfte, wodurch der Dampf auf den Kolben wirkt, gleichförmige Wirkungen auf die Pumpen oder die übrige Vorrichtung erzeugen, welche von dieser Maschine in Bewegung gesetzt werden soll, und wodurch eine sehr große

große Menge Dampf bei solchen Maschinen erspart wird, als ehedem hierzu schlechterdings erforderlich war. Zu näherer Erklärung dessen, was ich hier in Rücksicht meiner Verbesserung angeführt habe, habe ich Fig. 12, Taf. IV den Durchschnitt eines hohlen Zylinders verzeichnet, dessen Maßstab ein halber Zoll für jeden Fuß der eigentlichen Größe des Zylinders ist.

Der Zylinder ABCD ist unterhalb vermöge seines Bodens CD, und oberhalb vermittlest des Deckels desselben AB vollkommen geschlossen; der Kolben EF paßt genau in diesen Zylinder, so daß er sich zwar leicht heben und senken läßt, allein im geringsten beim Dampfe keinen Ausgang gestattet; dieser Kolben ist an einer Stange GH befestiget, welche durch eine Oefnung in dem Deckel AB des Zylinders geht, dessen Umkreis vermöge eines Ringes mit gezopften Fasern, oder andern schifflichen Materialien, die mit irgend einer Festigkeit bearbeitet worden, und in der Büchse O liegen, Luft- und Dampfdicht gemacht worden ist; nahe oberhalb dem Zylinder ist eine Oefnung I, welche dem Dampfe aus dem Kochkessel Zutritt gestattet; eben so ist auch bei D eine Oefnung, wodurch der Dampf in den Kondensfor gelassen wird. Der ganze Zylinder, oder wenigstens der möglichst größte Theil ist vermittlest des Zylinders MM umgeben, welcher den Dampf enthält, der den Zylinder umgiebt, oder ihn auf irgend eine andre Art vermittlest kochenden Wassers oder des Dampfes von dem Kochkessel selbst, in einerlei Wärme erhält; eben so sind auch NN ober- und unterhalb dem Zylinder Gefäße, welche Dampf enthalten. Ist diese Einrichtung geschehen, und der Kolben stehe so nahe als möglich oberhalb dem Zylinder, so nehme man nunmehr an, daß der Raum des Zylinders unter dem Kolben von Luft, Dampf und andern Flüssigkeiten vollkommen leer sei; desgleichen sei ein freier Durchgang

B 3

über

über dem Kolben, wodurch der Dampf vom Kochkessel Eintritt erhalte; ferner nehme man an, daß der Dampf von einerlei Dichtigkeit, oder von gleicher elastischen Kraft wie die Atmosphäre sei, d. i., er sei im Stande eine Quecksilbersäule von 30 Zoll Höhe im Barometer zu tragen, so wird nunmehr der Druck oder die elastische Kraft dieses Dampfes auf jeden Quadrat Zoll Fläche, oder auf die Oberfläche des Kolben beinahe 14 Pfund Averdupois sein; daß also, wenn diese Kraft angewendet würde, auf den Kolben längs dessen Zuges zu wirken, und eine Pumpe oder mehrere derselben entweder unmittelbar durch die verlängerte Kolbenstange, oder vermittelt einer Balancierstange, oder eines großen Hebels in Bewegung zu setzen, wie es bei Dampfmaschinen gebräuchlich ist, so würde sie längs desselben Zugs eine oder mehrere Wassersäulen heben, deren Last zehn Pfund für jeden Quadrat Zoll Fläche des Kolben gleich wäre, außerdem, daß sie noch alle Reibung und die Kraft der Trägheit des Wassers und der Theile der Maschine überwinden würde. Allein wir wollen annehmen, daß der ganze Abstand von der Unterfläche des Kolben bis zum Boden des Zylinders acht Fuß sei, und der Durchgang, welcher dem Dampfe von dem Kochkessel Eintritt gestattete, vollkommen geschlossen werde, wenn der Kolben bis zu dem Punkte K zwei Fuß, oder den vierten Theil der Länge des Zuges oder der Bewegung dieses Kolben gekommen, so wird, wenn der Kolben vier Fuß, oder die halbe Länge des Zuges herabgekommen, die elastische Kraft des Dampfes alsdenn gleich sieben Pfund für jeden Quadrat Zoll Fläche des Kolben, oder die Hälfte der eigentlichen Kraft sein, so wie, wenn der Kolben bis zum Punkte P gekommen, die Kraft des Dampfes ein Drittel der eigentlichen Kraft oder $4\frac{2}{3}$ Pfund für jeden Quadrat Zoll der Fläche des Kolben sein wird; ferner, daß, wenn der Kolben bis zum Bo-

den,

den, oder bis zu Ende seines Zugs gekommen, die elastische Kraft des Dampfes der vierte Theil seiner eigentlichen Kraft, oder $3\frac{1}{2}$ Pfund für jeden Quadrat Zoll dieser Fläche sein wird. Die elastische Kraft des Dampfes für die übrigen Theilungen, die längs diesem Zylinder bemerkt worden sind, wird durch die Länge der Horizontallinien, oder durch die Ordinaten der Krümmung KL vorgestellt, deren Ordinaten die Kräfte des Dampfes geben, wenn der Kolben an den jedesmaligen Orten steht, und sind gleichfalls an diesem Zylinder bemerkt, und durch Dezimalbrüche der ganzen eigenthümlichen Kraft durch Zahlen ausgedrückt, die den erwähnten Ordinaten oder Horizontallinien gegenüber stehen. Die Summe aller dieser Kräfte ist größer als sieben und fünfzig Hunderttheile der eigenthümlichen Kraft, multipliziert durch die Länge des Zylinders. Man sieht also hieraus, daß blos der vierte Theil des Dampfes erforderlich ist, um den ganzen Zylinder zu füllen, und daß die erzeugte Wirkung mehr als die Hälfte der Wirkung beträgt, welche von einem ganzen Zylinder, der voll vom Dampfe ist, erzeugt worden wäre, wenn er freien Zutritt über den Kolben während seines ganzen Falles erhalten hätte; es ist folglich diese neue Maschine im Stande, sehr leicht Wassersäulen zu heben, deren Last fünf Pfund für jeden Quadrat Zoll Fläche des Kolben gleich ist, und dies zwar mit dem vierten Theile Dampf, den der Zylinder enthält. Ob ich nun schon z. B. des vierten Theils erwähnt habe, um welchen ein Zylinder mit Dampf erfüllt wird, (wie es auch am bequemsten ist) so wird doch auch jedes andre Verhältniß von Füllung eines Zylinders, oder irgend andre Dimensionen des Zylinders gleiche Wirkungen erzeugen; in der Ausführung selbst habe ich auch wirklich gefunden, daß diese Verhältnisse sich nach den Gefäßen ändern, so wie ich denn auch in einigen Fällen die erforder-

derliche Menge Dampf unterhalb dem Kolben zulasse; ich treibe dann den Kolben durch irgend eine äußere Kraft gegen die elastische Kraft des Dampfes von dem Kochkessel oberwärts, welche sie sodann jederzeit freiwillig dem obern Theile des Zylinders mittheilt, und ähnliche Wirkungen erzeugt, wie ich bereits angeführt habe. Allein sind die Kräfte, welche der Dampf äußert, ungleich, und die Last des Wassers, oder irgend eine Last, welche durch die Maschine gehoben werden soll, widerstände gleichmäßig längs dem Zuge, so ist es erforderlich, daß man die ganze wirkende Kraft durch andre Mittel gleich mache. Ich führe ersteres vermittelt zwei Räder, oder zwei Sektoren von Zirkeln aus, deren einer mit den Pumpstangen, und der andre mit der Pumpstange der Maschine verbunden ist, und welche mit einander vermittelt Seile oder Ketten, oder auf irgend eine andre Art vereinigt werden, daß die Hebel, wodurch sie auf einander wirken, gehörig ab- und zunehmen, während dem der Kolben in oder nahe in den erforderlichen Verhältnissen steigt oder fällt.

Dieses Verfahren, dieser Mechanismus und dessen übrige Einrichtung ist Taf. II. Fig. 2. vorgestellt, so wie er an einer meiner neuerfundenen Dampfmaschinen auch angewendet worden ist. Um einen gehörigen Begriff von der Bauart dieser Maschine zu erhalten, will ich hier folgende Erklärung der verschiedenen Theile derselben beifügen. A ist der Kolben, BB der Zylinder oder das Dampfgefäß, C das senkrechte Dampfrohr, welches den Dampf von dem obern zu dem untern Ende des Dampfgefäßes führt; D ist der Ort der obern regulirenden Klappe, E der Ort der mittlern regulirenden Klappe, F der Ort der regulirenden Ausführungs-Klappe; GG ist das Ausführungsrohr, H das Einlaßrohr; I ist die heiße Wasserpumpe, K die Luftpumpe, L eine Klappe am Fuße des Ausführungsrohrs, um

um den Zurückgang des Wassers zu verhindern; M ist der Zugang zu der heißen Wasserpumpe, N die Stange, vermöge deren Bewegung die regulirenden Klappen geöffnet und geschlossen werden; O ist einer von den Pfosten, welche die Stange führen; P ist die Pumpstange; Q, R, S, T, U ist das Rad, wovon die Kolbenstange herabhängt; V, W, X, Y, Z ist das Rad, woran die Pumpstangen gehangen sind; 1 die Pumpstangen des Kondensors, 2 eine schwere flache Unterlage, worauf der Zylinder ruht, 3 die Federbalken, 4 die Federn, 5 die Stange, welche die zwei Räder verbindet, die die Balancirstange machen, 6 die Pumpstangen, 7 das Dampfgefäß, welches den Zylinder umgiebt, 8 die Rückwand des Hauses, worin die Maschine steht, 9 die Wand für den Hebel, 10 Thüren und Fenster.

Nachdem ich nun solchergestalt eine Beschreibung der verschiedenen Theile gegeben, so will ich nunmehr der Wirkung dieser Maschine unter dem neu hinzugekommenen Mechanismus erwähnen. Obige Maschine hat einen Zylinder von 30 Zoll im Durchmesser, welcher unter der ersten Art der neuern Einrichtung zu Gleichmachung der hiebei angewendeten expandirenden Kräfte Züge von acht Fuß lang macht. Sie ist nach dem Maßstabe des vierten Theils eines Zolls für jeden Fuß der wahren Größe der Maschine entworfen.

Wenn der Kolben A am höchsten steht, und der Theil des Zylinders unter demselben vom Dampfe und Luft frei gemacht worden, wenn die regulirende Klappe, welche den Eingang des Dampfes unter den Kolben zuläßt, geschlossen, und die Klappe F, welche dem Dampfe oder der Luft den Ausweg zu dem Kondensor G K gestattet, offen ist, um einen vollkommen leeren Raum zu erhalten, so wird die obere regulirende Klappe D geöffnet, und läßt den Dampf von dem Kochgefäße eindringen, und auf den Kolben wirken, wel-

cher nunmehr anfängt herabzugehen, und das Rad oder den Sektor eines Zirkels herum zu treiben, wo er angehangen ist: wenn der Punkt Q dieses Rades sich gegen R gedreht hat, so ist der Kolben zwei Fuß herabgegangen; und wird der Theil V des Rades, woran die Pumpstangen, oder irgend eine andre Vorrichtung befindlich sind, die von der Maschine getrieben werden, vermöge der Stange ζ getrieben, die es mit dem andern Rade Q R S T U verbindet, und von der Balancirstange durch den Raum V W bewegt, so wird alsdenn die regulirende Klappe D geschlossen, so daß kein Dampf mehr von dem Kochgefäße während dieses Zugs zugelassen wird, sondern der Kolben fährt fort vermöge der Ausdehnung des Dampfes herabzusteißen; wenn der Punkt Q zu den Punkten R, S, T, U gekommen, so steht der Punkt V bei den Punkten W, X, Y, Z, und beschreibt Räume, welche beinahe den Kräften des Dampfes an den korrespondirenden Punkten des Fallens des Kolben verhältnißmäßig sind. Wenn der Kolben seinen Zug gemacht hat, und ist zu dem Boden des Zylinders herab gekommen, so wird die regulirende Klappe F geschlossen, und die Klappe E wird geöffnet, auf welche Art denn der Dampf von dem Theile des Zylinders über dem Kolben zu dem Theile unter demselben geht, welches durch das Rohr C geschieht, solchemnach das Gleichgewichte wieder herstellt, und dem Kolben gestattet, daß er wieder aufwärts steigen kann. Die regulirende Klappe E wird sodann geschlossen, und die Ausführungsregulirende Klappe F wird geöffnet; der Dampf geht in das Ausführungsrohr G G, wo er auf einen Strom kaltes Wasser stößt, welches durch das Einführungsrohr H dringt, das unmittelbar vor der regulirenden Klappe F geöffnet wird. Die Berührung dieses kalten Wassers zerlegt den Dampf unmittelbar wieder zu Wasser, und erzeugt einen leeren Raum unter dem Kolben,

so

so daß hierdurch die elastische Kraft des Dampfes in Stand gesetzt wird, wieder darauf zu wirken, wie bereits angeführt worden ist: oder anstatt des Einführens des kalten Wassers in den Kondensor oder das Ausführungsrohr selbst, kann man auch den Dampf in Berührung mit schwachen Platten oder Röhren von Metall bringen, deren äußere Oberfläche vermöge der Berührungen von Wasser oder irgend einer andern kalten Materie abgekühlt worden sind. Der verdichtete Dampf, das eingeführte Wasser und die Luft, welche zugleich damit Eingang fand, dergleichen andre Luft, welche auf andre Art Zutritt gefunden, geht vermöge des Ausführungsrohrs zu der Luftpumpe K, und indem sie durch die Klappen des Cimers oder Kolben geht, wird sie dadurch zurückgehalten und gehoben, so wie der Zug von neuen geschieht, wo sie dann hierdurch in die heiße Wasserpumpe I geführt wird, welche bei dem nächsten Zuge sie aufhebt und ihr den Eintritt in die Atmosphäre gestattet, wovon ein Theil zum Kochfessel zurück geht, um dessen verbrauchtes Wasser zu ersetzen, der übrige Theil hingegen wird zu andern Absichten angewendet, oder verläuft sich.

Die zweite Veränderung des erstern Verfahrens der neuen gleichmachenden Vorrichtung ist nach einem Maßstabe von dem sechsten Theile eines Zolls für jeden Fuß Taf. III. Fig. 3. verzeichnet. Der Kolben hängt von dem Bogen A vermittelst einer Kette oder Stäke herab, und die Pumpstange ist an dem Bogen B angehangen. Der Haupt- oder Zylinderbogen A wirkt vermittelst des Arms OP, und der Stange oder Kette OC auf die Balancierstange BC, an deren Bogen die Pumpstangen angehangen sind, und auf welche Art denn, indessen der Kolben durch die gleichen Räume IK, KL, LM, MN herab steigt, die Pumpstange durch die ungleichen Räume DE, EF, FG, GH aufwärts steigt,

steigt, welche beinahe den elastischen Kräften des Dampfes an den jedesmaligen Punkten verhältnißmäßig sind.

Mein zweites Verfahren der neuern Einrichtung zu Gleichmachung der ausdehnenden Kräfte des Dampfes ist Taf. III. Fig. 4. nach einem Maßstabe von dem sechsten Theile eines Zolls für jeden Fuß der eigentlichen Größe der Maschine entworfen, nach welchem verhältnißmäßigen Maßstabe auch alle Figuren Taf. III verzeichnet sind. Dieser Theil des Mechanismus zu Gleichmachung der Kraft des Dampfes geschieht mittelst Ketten, welche auf eine Spirale gewunden, und auf eine andre aufgewunden werden, so wie der Kolben herabsteigt; diese Spiralen befinden sich an zwei Rädern oder Sektoren von Zirkeln, womit die Ketten des Kolben und der Pumpstangen verbunden sind. Der Kolben hängt an Ketten oder auf andre Art von der Seite A des Rades AB, und die Pumpstangen von der Seite C des Rades DC; wenn dieses Rad DC vermöge der Ketten IRK getrieben wird, die sich längs den Spiralarädern I, P, S, Q, K legen, so bewegen sich die Punkte des Umkreises durch die ungleichen Räume KL, LM, MN, NO (beinahe genau verhältnißmäßig nach den Kräften des Dampfes,) indeß die Punkte des Umkreises von AB sich durch die gleichen Räume EF, FG, GH, HI bewegen.

Mein drittes Verfahren des Mechanismus zu Gleichmachung der Kräfte des Dampfes geschieht mittelst eines Friktionsrades, oder mittelst Räder, die mit einem Sektor oder Rade verbunden sind, oder davon herab hangen, und auf einen gekrümmten oder geraden Theil eines andern Sektors, Rades oder auf eine Balancirstange wirken. Zwei Arten dieser Einrichtung sind Taf. III. Fig. 5 und 6 verzeichnet, wobei ich blos anzumerken nöthig habe, daß die Kolben der Maschinen von

von den Bögen A, A und die Pumpstangen von den Bögen der Balancirstangen BB herab hängen; vermittelst der verbindenden Stangen E C werden die Frictionsräder C C, desgleichen die Enden der Stangen B D, worauf sie ruhen, niedergetrieben; vermöge der Bewegung dieser Frictionsräder auf die Stangen, werden die Hebel beinahe so verlängert, wie die Kräfte des Dampfes abnehmen; diese Einrichtungen verschaffen also die Mittel, die Kräfte des Dampfes sehr genau abzugleichen.

Die Arme E, E, und die verbindenden Stangen E, C werden für jede Maschine doppelt angenommen, damit die Kolbenketten zwischen ihnen frei auf- und abgehen können.

Mein viertes Verfahren des Mechanismus zu Gleichmachung der Kraft des Dampfes geschieht dadurch, daß ich den Mittelpunkt der Aufhängung der Balancirstange oder des großen Hebels während des Zuges beweglich mache, wodurch das Ende des Hebels, woran der Kolben angehängen ist, länger, und das Ende, woran die Pumpstangen sich befinden, kürzer wird, so wie der Kolben in dem Zylinder sinkt. Das Verfahren dieserwegen ist Fig. 7 vorgestellt. AB stellt den Balancirbalken vor, B das Ende desselben, woran der Kolben angehängen ist; A das Ende, von welchem die Pumpstangen herab hängen, CD eine konvexe Krümmung von Holz oder Metall, die an der untern Fläche des Balancirbalkens befestiget ist; E ist das Ende einer Frictionsrolle, welche Zähne hat, um sie gegen das Schieben zu sichern; sie läuft zwischen der Krümmung CD, und der Fläche oder dem Träger F G. Diese Frictionsrolle ist in drei Theile getheilt, wie man aus dem horizontalen Entwurfe KLM sehen kann, die zwei Enden K, M, welche auf den Trägern F, G gehen, sind fest auf einer Welle befestiget; der mittlere Theil L,

wel-

welcher unter der Krümmung CD läuft, kann sich um die Welle bewegen, wenn daher vermöge der Bewegung und Wirkung des Kolben auf den Balancirbalken das Ende B herabgetrieben wird, so geht die Rolle gegen C, bis zu dem höchsten Theile der Krümmung, und verlängert dadurch den Hebel, wodurch der Kolben auf die Pumpen wirkt, und verkürzt denjenigen, wodurch die Pumpen dem Zylinder widerstehen, welches nach einem Verhältnisse geschieht, das je nach der Form der Krümmung willkürlich ist.

Mein fünftes Verfahren in Rücksicht des Mechanismus oder der Einrichtung zu Gleichmachung der Kraft des Dampfes, besteht darin, daß ich auf den Balancirbalken der Dampfmaschine, oder auf irgend einen andern Balken, Rad oder Hebel, der damit verbunden ist, irgend eine schwere Materie auf solche Art setze, davon herabhängen lasse, oder auch damit befestige, daß diese schwere Materie gegen die Kraft des Kolben zu Anfange des Herabgehens dieses Kolben nicht wirkt, und daß, so wie der Kolben herabgeht, sie sich allmählich gegen dasjenige Ende des Balken bewege, woran der Kolben herab hängt, oder wie er etwa auf eine andre Art zum Vortheil des Kolben zu Ende des Zugs wirken kann. Drei Verfahrensarten oder Abänderungen, die sich auf diesen Grundsatz gründen, sind Fig. 8, 9 und 10, Taf. III. vorgestellt. Fig. 8 wirkt vermittelst eines schweren Zylinders A von Eisen oder von irgend einer andern Materie, welcher in einer konkaven Krümmung BC auf dem Rücken des Balancirbalkens CD läuft, dessen Welle F ist; so wie der Kolben herab geht, wird die Last ihren Ort ändern, und gegen das Zylinderende des Balken sich schieben. In Fig. 9 geschieht das nämliche vermittelst eines schweren Gewichts von Eisen oder von einer andern Materie A, die über dem Rade BC wie No. 1. Fig. 9, oder über dem Balan-

Balancirbalken BC wie No. 2. Fig. 9 befestiget ist, so daß dessen Mittelpunkt der Schwere zu Anfange der Bewegung dem Pumpende des Balken näher liegt, als der Mittelpunkt der Aufhängung des Balken, wodurch es gegen den Kolben wirkt, und endlich auf die nämliche Seite dieses Mittelpunkts kommt, nebst dem Ende, woran der Kolben angehangen ist, und solchem nach darauf mit Vortheil wirkt; in beiden Fällen ist F die Welle oder der Mittelpunkt der Bewegung. Fig. 10 zeigt ein Verfahren, den Balancirbalken zu befestigen, um in gewissem Grade statt der Last Fig. 9 zu dienen, denn in diesem Falle liegt der Balancirbalken AB so hoch über dessen Mittelpunkte der Bewegung F, daß dessen eigne Schwere als der Theil des Gewichts A in Fig. 9 wirkt.

Taf. IV. Fig. 11 ist nach einem verhältnißmäßigen Maßstabe des vierten Theils eines Zolls für einen Fuß verzeichnet, und zeigt eine vierte Veränderung des fünften Verfahrens, wodurch ich das nämliche erhalte, daß ich nämlich eine Menge Wasser oder eine andre Flüssigkeit sich gegen das Aufsteigen des Kolben zu Anfange des Zugs stemmen lasse, und ihm zuletzt als Beihilfe gebe. Hier stellen AA und BB zwei Zylinder oder andre Gefäße vor, die mit Wasser oder irgend einer andern Flüssigkeit über ihre Kolben C und D angefüllt sind, deren Stangen an das gegenüberliegende Ende der Welle des Balancirbalkens der Maschine, oder eines solchen Hülsbalken befestiget, oder daran angehangen sind, als zu dieser Anwendung angebracht werden können; der Mittelpunkt der Bewegung des Balancirbalkens ist auf der Mauer EE, und der Balancir- oder Hülsbalken ist mit dem Kolben der Maschine so verbunden, daß wenn dieser Kolben herab geht, er das gegenüberliegende Ende des Balancirbalkens und den Kolben des Wasserzylinders BB hebt,
wel-

welches alsdenn am tiefsten ist, und hierdurch macht, daß das darin enthaltene Wasser in den Zylinder AA überläuft; beide Zylinder sind oberhalb und an dem Boden offen, und sind oberhalb mit einander vermittelst eines Troges verbunden, der theils offen, theils verdeckt sein kann. Wird nun solchergestalt der Kolben C des Zylinders AA nach Verhältniß beschweret, als der Kolben D des Zylinders BB steigt, so dient er als Beihülfe des Kolben des Dampfgefäßes am Ende von dessen Bewegung. Diese Zylinder, welche das Wasser enthalten, können entweder unter dem Balancirbalken oder über demselben stehen, oder sie können an den Hülfsbalken angehangen werden, welcher zu irgend anderm Gebrauche errichtet worden, oder nothwendig ist, und mit der Kolbenstange oder Pumpstange, oder einem andern Theile verbunden ist, und eine solche Lage hat, daß die Wasserschylinder innerhalb oder außerhalb dem Maschinenhause sich befinden, wo es irgend bequem sein dürfte.

Mein sechstes Verfahren oder Einrichtung zu Gleichmachung der Kräfte des Dampfes besteht darin, daß ich den Ueberfluß der Kräfte des Balken auf den Kolben zu Anfange von dessen Bewegung anwende, einer Menge von Materie eine eigene Kreis- oder Vibrationsbewegung gebe, welche, indem sie diese Geschwindigkeit zurückhalten, längs mit dem Kolben wirken, und ihm bei Hebung der Wassersäulen zu Ende von dessen Bewegung beistehen werden, wenn die Kräfte des Dampfes abnehmen.

Zwei Verfahrensarten, wodurch ich dies bewirke, sind Fig. 1. Taf. I. verzeichnet, wo die neuere verbesserte Maschine vorgestellt ist, deren Kolben mit Gewalt sowohl aufwärts als abwärts vermöge der Kräfte des Dampfes bei einem Zylinder von 30 Zoll und einem Zuge von acht Fuß bewegt wird. Um die Zeichnung voll-

vollkommen einzusehen, füge ich hier folgende Erklärung ihrer verschiedenen Theile bei. A ist der Kolben, BB der Zylinder oder das Dampfgefäß, C ein Rohr, welches den Dampf von dem Kochgefäße zu der untern Regulatorbüchse führt; D ist der Ort der regulirenden Klappe, welche den Dampf zum obern Ende des Dampfgefäßes führt; E ist der Ort des Regulators, welcher den Dampf unter den Kolben bringt, F der Ort eines Regulators, welcher den Dampf von unterhalb dem Kolben in den Kondensor abgehen läßt, N der Ort eines Regulators, welcher den Dampf von oberhalb des Kolben frei macht; GG ist das Ausführungs- oder Kondensorrohr, H das Einführungsrohr, I die heiße Wasserpumpe, K die Luftpumpe, L eine Klappe beim Fuße des Ausführungsrohrs, M ein Weg von der Luftpumpe zur heißen Wasserpumpe, OO eine Vorrichtung mit Zähnen, welche die Kolbenstange mit dem Balancirbalken verbindet; P ist die Kolbenstange, QQ ein gezählter Sektor oder Bogen, welcher zu gleicher Zeit als Gewichte dient, um dem Kolben bei dessen Herabgehen beizustehen; QR ist der Balancirbalken, SS die Pumpstange, welche doppelt gemacht ist, wenn die Kreisbewegung angewendet wird, T die Verbindungsstange der Vorrichtung zur Kreisbewegung, U ein Rad, das auf einer Welle feste ist, W ein Rad, welches auf der Verbindungsstange befestiget ist, VV das Schwungrad, XX das Schwungrad der wiederkehrenden Kreisbewegung, Y das Trieb, vermöge dessen die Wirkung geschieht, und worauf der Balancirbalken wirkt; q ist das Rohr, welches Dampf von dem Kochgefäße zuführt.

Die Wirkung der Maschine selbst geschieht folgendergestalt. Das schwere Schwungrad XX wird vermittelst eines Triebs oder eines kleinen Rades Y in Bewegung gesetzt, das an dessen Welle befestiget ist, und

C

die

die Zähne dieses Triebs oder dieses kleinern Rades fallen in den gezahnten Sektor QQ, welcher sich an dem Bogen des Balancirbalkens QR befindet, welcher gezahnte Sektor auch zugleich als ein Gewicht dient, dem Kolben in seinem Herabgehen beizustehen; oder es wird dieses Schwungrad auch durch andre Mittel, die mit der Bewegung dieses Balancirbalkens in Verbindung stehen, getrieben. Wenn der Kolben A das Ende des Balancirbalkens herabtreibt, so giebt der gezahnte Sektor QQ dem Triebe die Bewegung, und das Schwungrad erhält dadurch eine Geschwindigkeit; und wenn die herabgehende oder hinaufgehende Geschwindigkeit des Bogens, oder der Sektor des Balancirbalkens geringer wird als die Geschwindigkeit, welche das Trieb- und das Schwungrad erhalten haben, so verursacht die fortgehende Geschwindigkeit des Schwungrades, daß nunmehr das Trieb auf den Sektor wirkt, und der Kraft des Dampfes beihülft, bis dessen Geschwindigkeit aufhört, oder der Kolben den Boden des Zylinders erreicht hat: dieses Schwungrad wirkt auf die nämliche Art während dem Aufsteigen des Kolben, wendet sich aber in der entgegengesetzten Richtung. In der zweiten Abänderung dieses Verfahrens wird ein Schwungrad oder ein schweres Rad in eine beständige Kreisbewegung vermöge einer Kurbel gesetzt, welches je nach irgend einer der Kreisbewegungen geschieht, die ich erfinden habe, oder vermöge irgend eines andern Mittels, welches eine fortgesetzte Kreisbewegung hervorzubringen im Stande ist; diese Vorrichtung zur Kreisbewegung wird entweder mit dem Ende des Balancirbalkens oder mit dem Kolben und der Stange selbst, oder mit den Pumpenstangen, oder mit irgend einem andern beweglichen Theile der Maschine, oder Pumpstangen, wie ich gefunden, daß die Wirkung am stärksten ist, in Verbindung gesetzt.

In

In Fig. 1. Taf. I. stellt TUWVV die Anwendung meines fünften Verfahrens vor, um die Kreisbewegungen von den Dampfmaschinen zu erhalten, als ein Verfahren oder Einrichtung die Kräfte des Dampfes gleich zu machen. Wenn der Kolben oberhalb dem Zylinder BB ist, und der Balancirbalken in der vorgestellten Lage, so fängt die Maschine ihren Zug an, und vermittelt der Verbindungsstange TT wird das gezahnte Rad W, welches mit der Verbindungsstange T auf solche Art befestiget ist, daß es sich um seine eigene Welle nicht drehen kann, befestiget, auch erhält es vermittelt eines Gliedes oder einer Kette Grängen, welche von dessen Mittelpunkte bis zur Welle des andern gezahnten Rades U reicht, oder es ist auf eine andre Art so eingerichtet, daß es davon nicht zurück gehen kann; wenn daher die Wirkung der Maschine das Rad W aufwärts treibt, so wendet es sich um das andre Rad U, und macht, daß das Rad U sich um seine eigene Welle dreht, und da das Schwungrad oder das schwere Rad VV an der nämlichen Welle sich befindet, so wird es gleichfalls in Bewegung gesetzt; wegen der großen Kraft des Dampfes zu Anfange des Zugs erlangt das Schwungrad eine große Geschwindigkeit, wodurch vermöge der zwei Räder und der Verbindungsstange es auf den Balancirbalken wirkt, und der Wirkung des Dampfes zu Ende des Zugs beisteht. Wenn der Kolben seinen Zug unterwärts beendigt hat, so ist der untere Rand des Rades W über den obern Rand, oder den höchsten Theil des Rades U gegangen, und bei der fortbauenden Geschwindigkeit des Schwungrades wirkt das Rad U auf das Rad W, und steht der ungleichen Last der Pumpstange oder der Stangen SS bei, um den Kolben bis oberhalb dem Zylinder zu heben.

Meine zweite neue Verbesserung an den Dampf- oder Feuermaschinen besteht darin, daß ich die elastische
 C 2 Kraft

Kraft des Dampfes anwende, den Kolben aufwärts zu treiben, und so ihn gleichfalls auch niederzutreiben, indem ich wechselsweise über oder unter dem Kolben einen luftleeren Raum mache, und zu gleicher Zeit den Dampf anwende, daß er an dieser Seite auf den Kolben wirkt, oder daß er sich auf den Kolben blos in einer Richtung, es sei aufwärts oder unterwärts, äußert. Diese Verbesserung, wie sie an einer Dampfmaschine nach meiner Erfindung angewendet worden ist, ist Fig. 1. vorgestellt. Wenn der untere Theil des Zylinders BB von Luft, Dampf oder von andern Flüssigkeiten leer ist, wenn die regulirende Klappe F, welche den Dampf von unterhalb dem Kolben in den Kondensor läßt, offen, und die regulirende Klappe E, welche den Dampf unter dem Kolben läßt, und die Klappe N, welche den Dampf von oberhalb dem Kolben frei macht, geschlossen ist, so wird die regulirende Klappe D geöffnet, welche den Dampf von dem Kochgefäße in den obern Theil des Zylinders oder des Dampfgefäßes läßt, und ihn solcher-gestalt gegen die obere Fläche des Kolben treibt; vermöge der Wirkung dieses Dampfes geht der Kolben abwärts, treibt das Zilinderende des Balancirbalken herunter, und erhebt das Ende, woran die Pumpstangen angehängen sind. Wenn der Kolben zum Boden des Zylinders, oder bis zum Ende seines Zuges gekommen, so wird die Klappe F geschlossen, und die Klappe E wird geöffnet, welche den Dampf unter den Kolben läßt, und zu gleicher Zeit wird die Klappe D geschlossen, welche verhindert, daß der Dampf von dem Kochgefäße in diesen Theil des Zylinders übergehe; auch die andre Klappe N in der obern Regulatorbüchse wird geöffnet, wodurch der Dampf von oberhalb dem Kolben in das Ausführungs- oder Kondensorrohr GG gehen kann, wo er auf den Strom des eingelassenen Wassers stößt, welches von dem Eingangsrohre H kommt, ihn ver-

verdichtet, und einen luftleeren Raum in dem obern Theile des Zylinders erzeugt, welcher, indem er das Gleichgewichte aufhebt, den Dampf unter dem Kolben aufwärts zu gehen nöthiget: nunmehr hebt der Kolben oder dessen Stange P, welche mit dem Kolben feste verbunden ist, und die eine gezahnte Vorrichtung O O hat, welche die Kolbenstange und den Balancirbalken, der an ihrem obern Ende damit befestiget ist, vermöge der daran befindlichen Zähne verbindet, die in die Zähne des Sektors eingreifen, und gleichfalls daran sich befinden, oder einen Theil des Bogens Q Q des Balancirbalkens bilden, oder vermöge doppelter Ketten, oder irgend eines andern praktischen Verfahrens, das Zilinderende des Balancirbalkens, und zugleich damit ein schweres Gewicht, welches in dem Bogen desselben liegt, oder auf eine andre Art daran befestiget ist, oder daran herab hängt; dieses Gewichte muß der Kraft des Dampfes so viel als möglich gleich sein, so wie er auf den Kolben in der aufsteigenden Richtung wirkt. Wenn der Kolben bis oberhalb seiner Bewegung gekommen, so werden die regulirenden Klappen E und N geschlossen, und die regulirenden Klappen D und F werden geöffnet; so fängt nunmehr der Kolben seine Bewegung unterwärts wieder an, wie bereits beschrieben worden ist; während des Herabgehens des Kolbens hilft das Gewichte Q Q, was an dem Balancirbalken befestiget, oder daran herabhängt, der Kraft des Dampfes auf den Kolben zu Hebung der Wassersäulen in den Pumpen, oder zum Treiben irgend einer andern Vorrichtung.

Ich merke hier noch an, daß die Figuren 13, 14, 15, 16, 17 und 18 nach einem Maßstabe von dem vierten Theile eines Zolls für jeden Fuß wahrer Größe der Maschine verzeichnet sind. In Fig. 13 ist die vordere Ansicht des Zylinders und des Kondensors von Fig. 1. entworfen, wo auch einerlei Theile mit einerlei

Buchstaben angegeben sind; 88 stellt den Theil der Röhren vor, welche den Dampf von dem Kochkessel führen, und 9 das Kreuzrohr, welches an der obern Regulatorbüchse befestiget ist. Das Ausführungsrohr G ist als abgebrochen vorgestellt worden, um die andern Theile dadurch nicht zu verdecken. Diese Verbesserung dient dazu, daß die Maschine entweder mit gleichförmiger Aeussereung der ganzen Kraft des Dampfes auf den Kolben, sowohl im Aufsteigen als Niedergehen, gebraucht werden kann, oder indem man die Last der Wassersäulen in den Pumpen, oder den Widerstand irgend einer andern Vorrichtung nach Beschaffenheit der Umstände der ganzen Kraft des Dampfes auf den Kolben gleich wirken läßt, wenn er blos nach einer Richtung wirkt, und die Last auf den Balancirbalken der Hälfte dieser Kraft gleich. Sie kann als eine doppelte expandirende Maschine gebraucht, und auf diejenige Art bearbeitet werden, als ich in der Beschreibung meiner ersten Verbesserung angeführt habe; in diesem Falle sind die vierte, fünfte und sechste Einrichtung zu Gleichmachung der Kräfte des Dampfes, wie ich bereits beschrieben habe, besonders bei dieser Art des Baues der Maschine anwendbar. Ich habe daher die zwei Abänderungen entworfen, die ich von dem sechsten Verfahren, als an diese Maschine angewandt, beschrieben habe; eine oder beide können zu gleicher Zeit gebraucht werden, ob schon eigentlich blos eine erforderlich, und irgend andre zwei oder mehr der erwähnten sechs Verfahrensarten oder Abänderungen können an eine Maschine zu gleicher Zeit angewendet werden, d. i., eine solche, deren Beschaffenheit eine solche Kombination gestattet.

Meine dritte neue Verbesserung besteht in der Verbindung durch Röhren, oder durch andre eigene Kommunikationskanäle. Die Dampfgefäße und die Kondensoren von zwei oder mehrern besondern Dampfmaschinen

schinen, deren jede ihren besondern Balancirbalken hat, nebst allen den andern wesentlichen Theilen einer Dampfmaschine, oder auf eine andre Art so eingerichtet ist, daß sie Pumpen oder eine andre Vorrichtung in Bewegung setzt, die entweder mit denjenigen verbunden sind, die von einer andern Maschine getrieben werden, oder für sich bestehen, welche beide Maschinen dann entweder wechselseitig, oder beide zugleich ihre Züge thun, wie es die Umstände erfordern. Die Beschreibung der Bauart dieser Maschine ist folgende, und die äußere Verzeichnung der Dampfgefäße, oder der Zylinder und Kondensoren der zwei Maschinen findet sich Fig. 14. Der Durchschnitt oder die Seitenansicht der zwei Maschinen ist nicht verzeichnet, weil unter dieser Lage bloß eine gesehen werden kann, und die andere verdeckt liegt; diese Maschine, welche gesehen werden könnte, würde genau so aussehen, wie diejenige, welche Fig. 2. entworfen ist, oder in Rücksicht der Balancirbalken, wie die Maschine Fig. 1. Diese zusammengesetzten oder doppelten Maschinen lassen eine Anwendung jeder gleichmächenden Einrichtung zu, deren ich bereits erwähnt habe.

Fig. 14 stellt die vordere Ansicht der neuen zusammengesetzten oder doppelten Maschine vor, wie sie von der Wand des Hebels gesehen wird.

Beschreibung der verschiedenen Theile dieses Mechanismus.

No. 1 ist das Dampfgefäße nebst verschiedenen andern Theilen der ersten Maschine, No. 2 das Dampfgefäße nebst andern Theilen der zweiten Maschine; DQ sind die Oerter der obern regulirenden Klappen; CR die senkrechten Dampfrohren; EO die Oerter der mittlern Regulatoren, EP Oerter der ausleerenden Regulatoren, NG Ausführungsrohren, KI Luft- und heiße Wasserpumpen; M ein Gang für die Luftpumpe

zur helfen Wasserpumpe, S ein Rohr für den Uebergang des Dampfes von der ersten Maschine zur zweiten, anstatt des Ausführungsrohrs N; 8, 9 sind Röhren, welche den Dampf von dem Kochgefäße überführen.

Die Maschinen können jede einen Kondensor haben, oder der nämliche Kondensor kann, wie hier verzeichnet worden ist, für beide dienen. Die Seitenansicht dieser Maschinen würde mit Fig. 2 und Fig. 1 zufolge der Bauart ihrer Balancirbalken einerlei sein. Die heiße Wasserpumpe ist in dieser Figur abgebroschen, um sie nicht mit dem Ausführungsrohre N zu verwechseln.

Die verschiedenen Vorrichtungen dieses Theils des Mechanismus sind folgende. Der Zylinder der ersten Maschine No. 1, erhält den Dampf von dem Kochgefäße mittelst der Dampfrohren 8, 9; dieser Dampf geht in den Zylinder vermöge einer regulirenden Klappe, welche bei D liegt; wenn dessen Kolben zu oberst seines Zuges ist, und der Theil des Zylinders unterhalb dem Kolben ausgeleeret worden, so drückt die elastische Kraft des Dampfes den Kolben unterwärts, bis er an den Boden oder zu Ende seines Zuges gelangt; die regulirende Klappe D wird sodann geschlossen, und die mittlere regulirende Klappe bei E wird gedöfnet, welche den Dampf unter den Kolben gehen läßt, wodurch denn die Maschine in Stand gesetzt wird, den Kolben bis oberhalb seines Zuges zu heben, wo er zu Anfange war; die mittlere regulirende Klappe E wird sodann geschlossen, und die regulirenden Klappen F und P werden gedöfnet; die Klappe F läßt den Dampf durch das Ausführungsrohr N in das senkrechte Dampfrohr R der zweiten Maschine gehen, und auf ihren Kolben wirken, unter welchem ein luftleerer Raum ist. Ist der Dampf, welcher unter dem Kolben der ersten Maschine No. 1. enthalten war, von einerlei Dichtigkeit mit der Atmosphäre,

phäre oder beinahe so, so wird, während dem der Kolben der zweiten Maschine No. 2. stehen bleibt, er darauf mit der ganzen Kraft seiner Dichtigkeit oder Elasticität wirken, und solchemnach machen, daß er anfängt, sich unterhalb zu bewegen; allein so wie der Kolben No. 2. sich unterwärts bewegt, so wird die Dichtigkeit und die elastische Kraft des Dampfes in dem Verhältnisse abnehmen, wie sich die Räume, die er einnimmt, vermehren; so daß im Falle die Zylinder der zwei Maschinen von gleicher Kapazität sind, so wird, wenn der Kolben von No. 2. auf den Boden oder zu Ende seines Zugs gekommen, die Dichtigkeit und die elastische Kraft des Dampfes bloß die Hälfte derjenigen sein, als sie war, während dem der Kolben oberhalb war; wenn daher ein einfacher Hebel, ein Rad oder der Balancirbalken für diese zweite Maschine No. 2. gebraucht wird, so muß die Maschine bloß mit einer Wassersäule oder auf andre Art beladen werden, die gleich der Hälfte der Anzahl der Pfunde für jeden Quadrat Zoll ist, als die erste Maschine No. 1. im Stande ist zu bearbeiten. Allein wenn die zweite Maschine No. 2. mit irgend einer eigenen Einrichtung zu Gleichmachung der Kräfte des Dampfes versehen ist, so kann, im Falle daß die Zylinder der zwei Maschinen von gleicher Kapazität sind, sie dahin gebracht werden, daß sie siebenzehn Theile der Arbeit verrichtet, als von der ersten Maschine No. 1. bewirkt wird. Wenn der Kolben der zweiten Maschine No. 2. bis zu Ende seines Zugs gekommen, so wird die mittlere regulirende Klappe O geöffnet, und der Dampf geht in den Kondensor GK über, und trifft auf das eingelassene Wasser, welches ihn verdichtet, wobei denn der obere Theil des Zylinders der zweiten Maschine, und der untere Theil des Zylinders der ersten Maschine von Dampf leer werden. Der Kolben der zweiten Maschine No. 2., welcher den leeren Raum

ober- und unterhalb hat, wird leicht vermöge des Balancirbalkens dieser Maschine gehoben; und da ein leerer Raum unter dem Kolben der ersten Maschine No. 1. ist, so äußert der Dampf von dem Kochfessel seine Kraft darauf, und drückt ihn herab; die übrigen Bewegungen geschehen, wie bereits ist beschrieben worden.

Diese zusammengesetzten Maschinen können auch eine andre Einrichtung erhalten, von denen ich hier eine der vorzüglichsten beschreiben will. Es sei das Ausführungsrohr N weggenommen, und ein Dampfrohr S, (welches zum Unterschiede in der Zeichnung punktirt angegeben ist) mache die Gemeinschaft zwischen dem senkrechten Dampfrohre C der ersten Maschine, und der obern Regulatorbüchse oder dem Kreuzrohre Q der zweiten Maschine; der Kolben der ersten Maschine No. 1. wenn er vermittlest des Dampfes bis zum Boden herabgetrieben wird, schließt nun dessen regulirende Klappe D, und öfnet die obere regulirende Klappe Q der zweiten Maschine: der Kolben dieser Maschine wird dann unmittelbar anfangen mit abnehmender Kraft herabzugehen, wie bereits angeführt worden ist. Wenn der Kolben der zweiten Maschine No. 2. bis zu Ende seines Zugs gekommen, so wird dessen mittlerer Regulator O geöffnet, wo dann der Dampf aus dem Zylinder beider Maschinen in den Kondensator oder in die Kondensoren übergeht, und da ein leerer Raum sowohl über als unter dem Kolben beider Maschinen ist, so wird das Gleichgewicht bei beiden wieder hergestellt, und beide Kolben können vermöge des ungleichen Gewichts der Pumpstangen, oder andrer Gewichte, oder einer zu dieser Absicht angebrachten Vorrichtung gehoben werden. Es ist bei dieser Art der Anwendung sehr vortheilhaft, ein kleines Rohr zu machen, welches von dem untern Theile des Zylinders der ersten Maschine zu dem Ausführungsrohre oder zum Kondensator

für der zweiten Maschine führt, wodurch der leere Raum unter und über beiden Kolben unter einem gleichen Grade der Verdünnung und Vollkommenheit erhalten werden kann.

Zur nähern Einsicht dieser Verbesserungen und Einrichtungen habe ich sie alle außer Fig. 12. Taf. IV. an Maschinen angewandt beschrieben, deren Zylinder 30 Zoll im Durchmesser halten, und wo die Länge des Zugs ihrer Kolben acht Fuß beträgt; allein ich mache die Zylinder weiter oder enger, länger oder kürzer, und verändere die Verhältnisse und Gestalt derselben und der übrigen Theile, je nachdem es ihre Anwendung erfordert; und da jede Verbesserung, jedes Verfahren, jeder Theil des Mechanismus oder der Einrichtung zahllose Veränderungen zuläßt, so habe ich blos diejenigen entworfen, als ich für die vorzüglichsten halte, und am leichtesten nachgemacht werden können.

Meine vierte neue Verbesserung an den Dampf- oder Feuermaschinen besteht in der Anwendung einer gewissen mechanischen Einrichtung durch Zahnung an Stangen und Zirkelsektoren, um eine Verbindung der Pumpstangen oder Kolben mit den Balancirbalken, Hebeln oder einer andern dieserwegen gebrauchten Vorrichtung statt der Ketten zu erhalten, welche bisher zu dieser Absicht sind angewendet worden. Diese neue Verbesserung oder mechanische Einrichtung ist bei O O Fig. 1. Taf. I. vorgestellt, und bedarf keiner nähern Erklärung, als daß die Verzeichnung nach einem Maßstabe von dem vierten Theile eines Zolls für jeden Fuß der wahren Größe zufolge der gehörigen Dimensionen für einen Zylinder von 30 Zoll im Durchmesser geschehen; die Stange und der Sektor sind von geschmiedetem oder gegossenem Eisen, allein sie können auch von Holz oder andern Materialien gemacht werden, wenn man nur das schickliche Verhältniß zur Stärke derselben, vor-

woraus sie verfertigt werden, in Acht nimmt: um sie nach Zylindern von jeder andern Größe einzurichten, muß die Stärke der Theile nach dem Verhältnisse der Kräfte der jedesmaligen Zylinder in Acht genommen werden, für welche sie angewendet werden. Ich habe alle meine bereits erwähnten neuen Verbesserungen darnach entworfen und beschrieben, und meine neuen mechanischen Vorrichtungen, so wie sie an Dampfmaschinen anwendbar sind, bei meiner neu erfundenen Dampfmaschine angewendet und damit verbunden, da sie die vollkommensten sind, die bisher sind gemacht worden; demohnerachtet aber wende ich die nämlichen an gebräuchliche Dampfmaschinen an, die unter dem Namen der Newcomenschen Dampf- oder Feuermaschinen bekannt sind, so wie sie auch auf jede andre Art oder Abänderung der Dampfmaschinen anwendbar sind, welche unter einem Kolben wirken, der sich in einem Zylinder oder Dampfgefäße bewegt, da sie bei solchen Maschinen größere oder geringere Wirkungen in Verhältniß zu dem Grade der Vollkommenheit der Maschine erzeugen werden, woran sie angebracht werden. Ob ich schon alle Maschinen als aufrecht stehend beschrieben habe, und wo die Kolbenstangen durch Oefnungen oberhalb dem Zylinder gehen, und die Balancirbalken oder die gleichmachende Vorrichtung unter denselben, so bediene ich mich jedoch auch solcher Zylinder und Balancirbalken in einer geneigten oder horizontalen Lage.

Meine fünfte neue Verbesserung an Dampf- oder Feuermaschinen besteht darin, daß ich die Dampfgefäße in Form hohler Zylinder, oder in Form andrer regulären, runden, hohlen Gefäße, oder in Form größerer oder kleinerer Segmente oder Sektoren solcher Körper oder Gefäße mache: in die Mitte der kreisförmigen Oefnung solcher Gefäße setze ich eine runde Welle, welche durch ein oder beide Enden solcher Dampfgefäße geht,

geht, und sich bis außerhalb beider erstreckt; die Enden dieses Dampfgefäßes schließe ich mit ebenen Platten, welche die erforderlichen Oefnungen für die durchgehende Welle haben; innerhalb des Dampfgefäßes befestige ich an die Welle einen Kolben oder eine Platte, die von der Welle bis zum Umfange des Dampfgefäßes geht, und sich gleichfalls von einem Ende des Dampfgefäßes bis zum andern erstreckt; diesen Kolben mache ich dampfdicht, indem ich die Theile, welche in das Dampfgefäß gehen, mit Hanf oder andern weichen Substanzen umgebe, die vollkommen mit Talg, Wachs oder Del durchzogen worden; oder ich bediene mich diewegen der Federn von Stahl oder von andern festen und elastischen oder biegsamen Materialien; an dieses Dampfgefäß befestige ich ein oder mehrere Platten oder Abtheilungen; die sich von der Welle bis zum Umkreise des Dampfgefäßes erstrecken, und wo diese Platten oder Abtheilungen sich mit der Welle verbinden, oder sich derselben nähern, oder wo diese Welle durch die Endplatten des Dampfgefäßes geht, mache ich solche Verbindungen vermöge oben erwähnten Verfahrens Dampf- und luftdicht. In dem Dampfgefäße auf jeder Seite des Kolben mache ich ein oder mehrere Kanäle oder Oefnungen, um den Dampf zu fangen oder gehen zu lassen; diese Kanäle versehe ich zu dieser Absicht mit den dazu schicklichen Klappen. Auch gebe ich einer solchen Maschine die erforderlichen Kondensoren und Luftpumpen; die Pumpen, welche das Wasser heben, oder irgend eine ähnliche andre Vorrichtung, welche vermöge dieser Maschine in Bewegung gesetzt werden soll, erhalten ihre Bewegung vermittelst eines oder mehrer Räder, die an die äußern Theile dieser Welle, oder durch irgend einen andern schicklichen Mechanismus befestiget sind; die solchergestalt gebaute Maschine wird dadurch in Bewegung gesetzt, daß ich den Dampf

Dampf zwischen die bestimmte Abtheilung und den beweglichen Kolben zulasse, und einen leeren Raum an der andern Seite dieses Kolben erzeuge, welcher zufolge der Stärke des Dampfes in diesen leeren Raum tritt, und die Welle, oder einen größern oder geringern Theil des Zirkels zufolge der Bauart der Maschine bewegt. Der Kolben erhält seine erstere Lage wieder, indem ich Dampf an der andern Seite dieses Kolben einlasse, und zugleich den Kolben durch irgend eine äußere Kraft zurück ziehe, oder denjenigen Theil des Dampfgefäßes leer mache, welcher mit Dampf erfüllt ist. Eine Maschine, welche nach diesem Grundsätze erbauet ist, und welche ich die neue wechselnde halbkreisförmige Maschine nenne, ist Fig. 15, 16 und 17. Taf. IV. nach einem Maßstabe von dem vierten Theile eines Zolls für jeden Fuß der wahren Größe verzeichnet; indessen mache ich sie größer oder kleiner, und verändere die Gestalt und Größe des Dampfgefäßes und der übrigen Theile nach ihrer eigenen Anwendung. Fig. 15. ist der Durchschnitt der Maschine unter rechtem Winkel mit der Welle des Zylinders der Maschine; AA ist der hohle Zylinder aufgeschnitten, B die Welle, C der Kolben, D eine Büchse, die mit irgend einer weichen Substanz gefüllt ist, um die Theilungsplatten EE mit der Welle Dampf- und luftdicht zu machen; FG sind Röhren, welche den Dampf zulassen und frei machen; HKLI die Stellen der Klappen oder Regulatoren; M ist das Dampfrohr von dem Kochgefäße, NN die Dampfregulatorbüchse, OO das Ausführungs- oder Kondensorrohr; Q das Einführungsrohr; PP Kondensorpumpen. Fig. 16 ist eine Seitenansicht der Maschine, wo einerlei Theile mit einerlei Buchstaben, wie Fig. 15. angegeben sind. RR sind Anschläge, um die Welle luftdicht zu machen; SS ist das Rad, welches auf die Pumpstangen wirkt, und z das Rad, welches den Kondensor in Bewegung setzt.

setzt. Fig. 17. ist der äußere Entwurf der Maschine und der Pumpstangen. Die Kondensfor- und Regulatordbüchsen sind hier nicht verzeichnet, und der obere Theil der Pumpstange UU ist als abgebrochen angenommen. T ist der Zapfen der Welle, und UU, WW sind die gezahnten Pumpstangen.

Die Wirkung der Maschine ist folgende. Wenn das Dampfgefäße AAA vom Dampfe oder von Luft leer ist, und die regulirenden Klappen K und I sind geschlossen, diejenigen L und H aber offen, kommt ferner der Dampf von dem Kochgefäße durch das Rohr M, und geht in das Dampfgefäße vermittelst L und G, so daß der Kolben C sich rund in oder gegen den ausgeleerten Theil des Dampfgefäßes AX dreht, und hierdurch die Welle B und die damit verbundene Vorrichtung herumbewegt, bis der Kolben C bis X kommt, so werden alsdenn die regulirenden Klappen L und H geschlossen, und diejenigen K und I werden geöffnet; der Dampf, welcher durch das Rohr G eingetreten war, und auf den Kolben gewirkt hatte, geht durch G und I zurück in den Kondensor oder in das Ausführungsrohr O, wo er verdichtet wird; der Dampf nun, welcher von dem Kochgefäße durch K und F eintritt, nöthiget den Kolben C, daß er seine erste Lage wieder einnimmt. Die Pumpstangen U, W, oder jede andre Vorrichtung, werden durch das Rad SS getrieben, was an der Welle BB, oder auf irgend eine andre Art befestiget ist. Taf. IV. Fig. 16 und 17. Die Kondensorpumpe oder auch mehrere derselben, erhalten ihre Bewegung vermöge des Rades Q, welches an irgend einem Theile dieser Welle oder auf andre Art befestiget ist. Dieses Dampfgefäße muß genau feste sein, und die Zapfen dieser Welle müssen auf gehörigen Trägern liegen, welches aber hier nicht abgebildet werden konnte, ohne Verwirrung zu befürchten. Ich lasse auch Maschinen
zu

zufolge dieser fünften Verbesserung machen, welche eine fortdauernde Kreisbewegung haben, indem ich ihre Dampfgefäße aus vollkommenen Zylindern, oder aus andern kreisförmigen Figuren bestehen lasse, und anstatt der bestimmten Theilung oder Theilungen setze ich eine oder mehrere Klappen in ihre Dampfgefäße, welche dann die Fläche zwischen ihren Wellen und ihren Umkreisen schließen oder öffnen; diese Klappen öffnen sich vermittelst eines Scharniers, oder sie lassen sich rückwärts schieben, oder ihre Einrichtung geschieht auf irgend eine ähnliche Art, so daß sie zurück gehen, wenn der Kolben heran kommt, und ihre Stelle ändern Fig. 18, wo sie dann eine neue Revolution in der nämlichen Richtung anfangen: oder ich wähle auch eine bestimmte Theilung oder mehrere derselben, wie ich bereits angeführt habe. Auch befestige ich eine oder mehrere Klappen an die Welle, welche sich niederlegen, und an die Welle anlegen lassen, wo sie einen Theil ihres Umkreises machen, so daß sie auf diese Art an der Theilung vorbei gehen können, worauf sie vermittelst Federn oder auf andre Art gehoben werden, um solcher-gestalt statt eines oder mehrer Kolben zu dienen. In Fig. 18 geht der Dampf durch das Rohr G, und wirkt gegen die Klappe E und den beweglichen Halbmesser oder Kolben C; ist der Raum AA, BB leer, so kehrt sich der Kolben durch denselben vermöge der Wirkung des Dampfes um, und bewegt die Welle BB. Wenn der Kolben zur Klappe E kommt, so wird das Rohr G geschlossen, und die Klappe E öffnet sich, indem sie sich um das Scharnier dreht, so daß der Kolben C vorbei gehen kann. Der Dampf geht sodann in den Kondensor durch das Rohr H, welches das Dampfgefäße ausleert. Wenn nun der Kolben an seinen ursprünglichen Ort gekommen, so wird alsdenn die Klappe E wieder geschlossen, und der Dampf durch das Rohr G
in

in den Raum zwischen der Klappe E und dem Kolben C gelassen. Um nun die Bewegung während der Zeit fortzusetzen, als der Kolben vor der Klappe vorbeigeht, wird ein schweres Schwungrad an einen Theil der Welle BB an der Außenseite des Zylinders befestiget, oder damit verbunden. Die Außenseite dieser Maschine ist beinahe die nämliche wie Fig. 16, das Dampfgefaße aber kann entweder vertikal, nach der Zeichnung, oder geneigt, oder horizontal gesetzt werden, wie der Gebrauch es erforderlich macht.

Fig. 19. Taf. IV. ist ein Durchschnitt eines Theils einer Regulatorbüchse, welche nach einem Maßstabe von einem Zoll für jeden Fuß verzeichnet ist. A ist ein Querdurchschnitt einer Welle, welche durch die Seite der Büchse kommt, und den Arm oder Sektor B in Bewegung setzt, welcher in die gezahnte Vorrichtung C und die regulirende Klappe D wirkt, die auf EE paßt, und von der Röhre FF geführt wird; GG ist das Rohr, welches zu dem Kondensor führt, K ein Deckel, welcher gelegentlich geöffnet wird, um die Klappe HH in Ordnung zu bringen, und II ist ein Theil der Röhre.

Ich habe die Kochgefäße nicht beschrieben, welche eine oder alle solche Maschinen mit Dampf versehen, weil ich mich solcher bediene, wie sie insgemein bei andern Dampfmaschinen gebraucht werden, oder auch irgend eine Art Kochgefäße, welche im Stande sind, Dampf in hinreichender Menge zu geben; so habe ich auch diejenige Vorrichtung nicht beschrieben, welche die regulirenden Klappen öffnet und schließt, da sie derjenigen ähnlich ist, wie sie insgemein beschaffen ist, und daher willkürliche Abänderungen erleiden kann.

D

Um

Um eine vollkommene Kenntniß von den Kräften der Dampfmaschinen bei den gehörigen eigenen Dimensionen des Zylinders u. s. f., so wie sie den besondern Fällen angemessen sind, zu erhalten, habe ich hier folgende Aufgaben nebst den Regeln zu ihrer Auflösung beigefügt. Bei diesen Auflösungen wird vorausgesetzt, daß der Druck der Atmosphäre auf einen Quadrat Zoll an der Oberfläche der Erde ins Mittel gerechnet, ohngefähr 14, 8 Pfund Averdupoise betrage, daß das Wasser wenigstens 14000mal verdünnt werden könne, wenn es in Dampf verwandelt wird, und daß er sodann wieder in vorigen Zustand verdichtet werden könne, wie wir gezeigt haben; daß, obschon der Druck der Atmosphäre ohngefähr 14, 8 Pfund auf jeden Quadrat Zoll beträgt, doch vermöge der Anreibung und des übrigen Widerstandes der Kolben eines Zylinders nicht mit einer Kraft über 8 oder 9 Pfund falle, allein zur Sicherheit in der Ausführung ist er zu 7, 64 Pfund Averdupoise auf jeden Quadrat Zoll der Oberfläche angenommen worden; und daß ein Kubikfuß Wasser ohngefähr 62, 5 Pfund Averdupoise schwer sei.

1te Aufgabe. Den Durchmesser des Zylinders zu bestimmen, um eine Pumpe von einem gegebenen Durchmesser und von gegebener Tiefe in Bewegung zu setzen. — Regel. Man multiplizire das Quadrat des Durchmessers der Pumpe in Zollen durch ein Drittheil der Tiefe der Schacht in Klaftern, wo dann die Quadratwurzel des Produkts der Durchmesser des Zylinders in Zollen sein wird. Z. B. Es sei der Durchmesser der Pumpe zwölf Zoll, und die Tiefe der Schacht 30 Klaftern, so wird der verlangte Durchmesser des Zylinders gleich 38 Zoll gefunden werden.

2te Aufgabe. Den Durchmesser der Pumpe zu suchen, die ein Zylinder von einem gegebenen Durchmesser

messer bei einer gegebenen Tiefe in Bewegung setze. — Regel. Man dividire dreimal das Quadrat des Durchmessers des Zylinders in Zollen durch die Tiefe der Schacht in Klaftern: die Quadratwurzel des Quotienten wird die Antwort in Zollen geben. Z. B. Wenn der Durchmesser des Zylinders 38 Zoll ist, und die Tiefe ist 30 Klaftern, so wird der Durchmesser der Pumpe vermöge dieser Regel zu zwölf Zoll gefunden werden.

3te Aufgabe. Die Tiefe zu finden, von welcher eine Pumpe von einem gegebenen Durchmesser vermöge eines Zylinders von einem gegebenen Durchmesser bewegt werden kann. — Regel. Man dividire dreimal das Quadrat des Durchmessers des Zylinders in Zollen durch das Quadrat des Durchmessers in Zollen, und der Quotient wird die Antwort sein. Wenn der Durchmesser des Zylinders 36 Zoll ist, und derjenige der Pumpen 10 Zoll, so wird die entsprechende Tiefe 39 Klaftern betragen.

4te Aufgabe. Den Druck der Atmosphäre auf einen Zylinder von einem gegebenen Durchmesser zu bestimmen, welcher eine Pumpe von einem gegebenen Durchmesser bei gegebener Tiefe in Bewegung setzt. — Regel. Man multiplizire zweimal das Quadrat des Durchmessers der Pumpe in Zollen durch die Tiefe der Schacht in Klaftern; das Produkt dividire man durch das Quadrat des Durchmessers des Zylinders in Zollen, und der Quotient wird den Druck in Pfunden auf einen Quadrat Zoll geben. Wenn der Durchmesser des Zylinders 36 Zoll ist, derjenige der Pumpe 10 Zoll, und die Tiefe 39 Klaftern, so wird man finden, daß der Druck auf einen Quadrat Zoll 6 Pfund betragen wird.

5te Aufgabe. Die Menge von Eimern zu bestimmen, die innerhalb einer Stunde vermöge einer Pumpe

von einem gegebenen Durchmesser gegeben werden; und die eine gegebene Anzahl von Zügen in einer Minute macht. — Regel. Man multiplizire viermal das Quadrat des Durchmessers der Pumpe in Zollen durch die Anzahl der Züge in einer Minute, das Produkt dividire man durch 21, und der Quotient wird die gesuchte Anzahl von Eimern geben. Z. B. Wenn der Durchmesser der Pumpe 16 Zoll ist, und die Anzahl der Züge, die in jeder Minute geschehen, sind 12, so werden der gelieferten Eimer innerhalb einer Stunde 585 sein.

6te Aufgabe. Die Anzahl der Züge in einer Minute zu bestimmen, welche eine Maschine machen muß, um eine gegebene Menge von Eimern innerhalb einer Stunde vermöge einer Pumpe von einem gegebenen Durchmesser zu heben. — Regel. Man multiplizire die gegebene Menge von Eimern innerhalb einer Stunde durch 21; das Produkt dividire man durch das vierfache Quadrat des Durchmessers der Pumpe in Zollen, und der Quotient wird die Anzahl der Züge sein, die in jeder Minute geschehen. Will man 585 Eimer innerhalb einer Stunde durch eine Pumpe von 16 Zoll heben, so wird die Anzahl der Züge in einer Minute 12 sein.

7te Aufgabe. Die Menge der Gallonen zu bestimmen, die bei einem Zuge von sechs Fuß vermittlest einer Pumpe von gegebenem Durchmesser gezogen werden. — Regel. Man multiplizire das Quadrat des Durchmessers der Pumpe in Zollen durch 2, und das Produkt wird die Menge geben.

8te Aufgabe. Wenn die Menge der Gallonen gegeben ist, welche vermöge eines Zugs von sechs Fuß gezogen werden, desgleichen die Tiefe der Schacht in Klaftern, man soll den Durchmesser des Zylinders bestimmen. — Regel. Man multiplizire fünfmal die Menge
der

der Gallonen, welche bei einem Zuge gezogen werden, durch die Tiefe in Klaftern; man ziehe das Quadrat von dem dritten Theile des Produkts, so wird man die Antwort in Zollen haben.

9te Aufgabe. Es sei die Anzahl der Gallonen gegeben, welche vermöge eines Zugs von sechs Fuß gezogen werden, man soll den Durchmesser der Pumpe bestimmen. — Regel. Die Quadratwurzel von der gegebenen Menge der Gallonen fünfmal wird die Antwort in Zollen geben.

10te Aufgabe. Es sei der Durchmesser des Zylinders und die Tiefe der Schacht gegeben, man sucht die Menge der Gallonen, die bei einem Zuge von sechs Fuß gezogen werden. — Man dividire das Quadrat des Durchmessers des Zylinders in Zollen durch die gegebene Anzahl von Klaftern, so wird drei Fünftheil des Quotienten die Antwort in Gallonen geben.

11te Aufgabe. Es sei der Durchmesser der Pumpe gegeben, desgleichen die Anzahl der Eimer, welche innerhalb einer Stunde gezogen werden, man soll die Anzahl der Züge finden, welche innerhalb einer Minute geschehen sollen. — Regel. Man multiplizire die Anzahl der Eimer, welche innerhalb einer Stunde gezogen werden, durch 21, das Produkt dividire man durch das vierfache Quadrat des Durchmessers der Pumpe in Zollen, wo man die Auflösung haben wird.

12te Aufgabe. Es sei der Durchmesser der Pumpe, die Tiefe und der Druck der Atmosphäre gegeben, man soll den Durchmesser des Zylinders suchen. — Regel. Man multiplizire das zweifache Quadrat des Durchmessers der Pumpe in Zollen durch die Tiefe in Klaftern, und dividire es durch die Menge Pfunde Druck auf einen Quadratzoll, so wird der Quotient die Antwort in Zollen geben.

13te Aufgabe. Es sei der Durchmesser des Zylinders, die Tiefe und der Druck der Atmosphäre gegeben, man sucht den Durchmesser der Pumpe. — Regel. Man multiplizire das halbe Quadrat des Durchmessers des Zylinders in Zollen durch die Menge Pfunde Druck auf einen Quadrat Zoll, und dividire das Produkt durch die Tiefe in Klaftern, so erhält man die Antwort in Zollen.

14te Aufgabe. Es sei der Durchmesser des Zylinders, die Tiefe und der Druck gegeben, man sucht die Anzahl der Gallonen, die von einem Zuge von sechs Fuß gezogen werden. — Regel. Man multiplizire ein Zehntheil des Quadrats des Durchmessers des Zylinders durch die Pfunde, welche auf einen Quadrat Zoll drücken, und dividire das Produkt durch die Tiefe in Klaftern, wo man die Antwort in Gallonen erhalten wird.

15te Aufgabe. Es sind die Eimer gegeben, welche innerhalb einer Stunde gezogen werden, die Tiefe und die Anzahl der Züge innerhalb einer Minute, man sucht den Durchmesser des Zylinders. — Regel. Man multiplizire siebenmal die gegebene Anzahl von Eimern durch die Tiefe in Klaftern, und dividire das Produkt durch die Anzahl der Züge, wo man die Antwort in Zollen hat.

16te Aufgabe. Es sind die Eimer innerhalb einer Stunde gegeben, desgleichen die Anzahl der Züge innerhalb einer Minute, man sucht den Durchmesser der Pumpe. — Regel. Man multiplizire die gegebene Anzahl von Eimern durch 21, und dividire das Produkt durch die Anzahl der Züge, der Quotient giebt die Auflösung in Zollen.

17te Aufgabe. Es sei der Durchmesser des Zylinders, die Tiefe, die Anzahl der Züge innerhalb einer Minute und der Druck der Atmosphäre gegeben, man soll

soll die Eimer bestimmen, die innerhalb einer Stunde gezogen werden. — Regel. Man multiplizire zweimal das Quadrat des Durchmessers des Zylinders in Zollen, die Anzahl der Züge innerhalb einer Minute, und die Anzahl der Pfunde, welche auf jeden Quadrat Zoll drücken in ein Produkt, und dividire dieses Produkt durch 21 mal der Tiefe in Klaftern, so wird man die Eimer erhalten, welche innerhalb einer Stunde gezogen werden.

18te Aufgabe. Es sei der Durchmesser des Zylinders, die Tiefe, die Eimer, welche in einer Stunde gezogen werden, und der Druck der Atmosphäre gegeben, man sucht die Anzahl der Züge innerhalb einer Minute. — Regel. Man multiplizire 21 mal die Tiefe in Klaftern durch die Menge der Eimer, welche innerhalb einer Stunde gezogen werden, multiplizire sodann zweimal das Quadrat des Durchmessers des Zylinders in Zollen durch die Pfunde, welche auf jeden Quadrat Zoll drücken, und dividire das erstere Produkt durch das letztere, wo der Quotient die Antwort sein wird.

19te Aufgabe. Es ist die Anzahl der Gallonen gegeben, welche vermöge eines Zugs von einer gegebenen Länge gezogen werden, man soll den Durchmesser der Pumpe bestimmen. — Regel. Man dividire dreimal die gegebene Anzahl von Gallonen durch ein Zehnthel der Länge des Zugs in Füßen, und der Quotient wird die Antwort in Zollen sein.

20ste Aufgabe. Es sei der Durchmesser der Pumpe, und die Länge des Zuges gegeben, man sucht die Anzahl der Gallonen, die bei jedem Zuge gezogen werden. — Regel. Man multiplizire das Quadrat des Durchmessers der Pumpe in Zollen durch die Länge des Zugs in Füßen, und dividire das Produkt durch 30, so erhält man die gesuchten Gallonen.

Es könnten noch mehrere Aufgaben dieser Art gegeben werden, allein ich glaube, daß die hier erwähnten von vollkommen allgemeiner Anwendung sein dürfen, und hinreichend, um eine deutliche Uebersicht der verschiedenen Kräfte der Dampfmaschinen zu gewähren, wenn man auf die verschiedene Größe der Zylinder und Pumpen u. s. f. Rücksicht nimmt; jeder der die Auflösung solcher Aufgaben kennt, wird dann wahrscheinlich in keiner Verlegenheit bei jeder andern sein.

II.

Beschreibung 'eines Durchgangs - Kreises, zu
Bestimmung des Orts der Gegenstände am
Himmel, so wie sie durch den Meri-
dian gehen

von

Herrn Franzis Wollaston L L B und F R S.

Philos. Transact. of the Roy. Soc. of Lond. 1793.

P. II.

Ein Instrument, welches bei einer Beobachtung im
Stande ist, mit Genauigkeit sowohl die gerade Aufstei-
gung als die Deklination der Gegenstände am Himmel
zu geben, ist von mir jederzeit unter die wünschenswer-
then Dinge in der Astronomie gerechnet worden. So
sehr ich nun übrigens öfters über die verschiedenen Ver-
fahrungsarten nachgedacht habe, welche man in beider
Rücksicht angewendet hat, und ferner überlegt, um ein
Instrument zu erhalten, welches beiden Absichten ent-
spräche, so konnte ich doch auf keine Art dahin gelan-
gen, ohne daß, wenn ich das eine bewirkt hatte, die
Genauigkeit des andern nicht dadurch litte; bis endlich

eines Abends bei der Versammlung unsrer Societät zu Anfange des Jahrs 1787 Herr Ramsden gegen mich einer Idee erwähnte, die Theilungen eines Instruments vermittelt eines Mikroskops zu nehmen, welches mit einem Mikrometer in dem Gesichtsfelde versehen sei, und das, wenn es von dem Limbus weggenommen werde, mit Genauigkeit den Abstand der nächsten Theilung von einem bestimmten Punkte untersuchen könnte. Nun sahe ich sogleich ein, daß dies eben das sei, was ich suchte, weil ein Kreis, der mit dem Teleskope eines Durchgangs-Instruments verbunden sei, und vor einem oder zwei solchen Mikroskopen zur Untersuchung vorbeigeführt werde, der Absicht entsprechen würde. Damals wußte ich noch nicht, daß ein Mikroskop dieser Art von dem verstorbenen Herzog de Chaulnes bei seiner Theilungsmaschine angewendet worden war, um dadurch die Theilungen zu bestimmen, die dann auch im Jahr 1768 von ihm sehr genau beschrieben und herausgegeben worden, wovon auch ein Exemplar in unsrer Büchersammlung vorhanden ist. Auch wußte ich damals von dem nämlichen Gedanken noch nichts, welcher den Grund zu Römers Verfahren gegeben, die Theilungen seines Mittagskreises (circulus meridionalis) abzunehmen, wovon eine Nachricht von Horrebow zu Anfange dieses Jahrhunderts herausgegeben worden ist, wo ein Neß von zehn Quadraten vermöge Versuche ihres Abstandes von dem Limbus des Instruments gemacht wurde, um mit einer Theilung von zehn Minuten an diesem Limbus zusammen zu fallen. Alle diese Verfahrensarten kannte ich nicht eher, bis mein Instrument bereits schon weit gediehen war. Ob Herr Ramsden den ersten Wink dazu von einem von beiden genommen, und darnach Verbesserungen gemacht, kann ich nicht sagen. Er hat übrigens dieses Verfahren bei uns in Aufnahme gebracht, so wie ich es von

von ihm entlehnt habe, und ihm allein verdanke ich die Kenntniß desselben.

Dieses Verfahren, die Theilungen zu nehmen, ist auch bereits an verschiedenen Instrumenten mit großem Vortheile angewendet worden, indessen weiß ich doch nicht, ob eine Anwendung davon an einem Durchgangs-Instrumente geschehen ist. Kreise von verschiedener Art sind mit bewundernswürdiger Genauigkeit errichtet worden, allein alle zu ganz andrer Absicht, und da sie sich frei im Azimuth wendeten, so schienen sie mir weniger dem Entzwecke zu entsprechen, den ich zur Absicht hatte, d. i., ein vollkommen fester Kreis, welcher genau in der Fläche des Meridians vermöge einer Quersaxe seine Bewegung erhielte, nebst allen Vorrichtungen eines Durchgangs-Instruments am Ende der Axe selbst, (als welches mir für die gehörige Bearbeitung wesentlich erforderlich schien,) so wie zu gleicher Zeit mit dem Abnehmen an der gegenüberstehenden Seite, und allen Vorrichtungen an den gegenwärtig gebräuchlichen Kreisen.

Nach dieser Idee ward folgendes Instrument erwählt, welches ich hier, da einige besondere Einrichtungen dabei vorkommen, welche ganz neu sind, mir die Freiheit nehme, in einer allgemeinen Beschreibung der Societät vorzulegen; indessen will ich dadurch keineswegs den Ruhm irgend eines Instruments schmälern, sondern mehr, um es nach allen seinen Theilen, nebst den Vortheilen und Mängeln derselben, in so fern ich deren dabei bemerkt habe, bekannt zu machen, und daß diejenigen Theile, welche man für anwendbar hält, (in so fern es die Kommitte für schicklich hält, diese Abhandlung in ihre Transaktionen aufzunehmen) von andern gebraucht werden können.

Meine

Meine erste Absicht war keineswegs, mir selbst ein ähnliches Instrument bauen zu lassen, sondern diesen Gedanken solchen Künstlern mitzutheilen, welche darnach Verbesserungen anzustellen fähig wären. In dieser Rücksicht erwähnte ich dessen anfangs gegen Herrn Ramsden im Jahr 1788: allein die Menge seiner Verbindungen, und die Fruchtbarkeit seiner eigenen Einbildungskraft, (die zu dieser Zeit besonders dahin gerichtet war, um Instrumente zu erfinden, die eine freie Bewegung im Azimuth hatten) machten, daß er alle Vorschläge ablehnen mußte, die eine andre Bauart erforderten. Eben dies war der Fall bei Herrn Troughton. Eben so äußerte ich mich gegen verschiedne Künstler, mit welchen ich bekannt war, allein (vielleicht wegen der Mühe und der Kosten, welche bei dem Baue des ersten Instruments erforderlich sind, und selten wieder ersetzt werden, als es der Fall bei einem zweiten oder dritten Instrumente dieser Art ist) keiner wollte sich zum Baue desselben verstehen. Nach drei Jahren endlich, nachdem ich während der Zeit noch mehr von den Vortheilen eines solchen Instruments für die Astronomie überzeugt worden, wurde mir Herr Cary empfohlen, der ganz meiner Absicht entsprechen würde, und welchem ich denn, ob ich schon wegen meines Alters eben nicht erwarten konnte, viele Versuche damit anzustellen, ein solches Instrument von einer Größe und Gestalt zur Verfertigung übertrug, als ich in Rücksicht meiner am bequemsten glaubte. Beobachter wissen am besten, welchem Mangel sie abgeholfen haben wollen, und ein Künstler, welcher gefällig genug ist, sich dazu herabzulassen, ist ein wahrer Schatz*). In dieser

*) Der Verfasser dieses Aufsatzes hat allerdings in einer Rücksicht recht, wenn er Künstlern eine gewisse Laune zuschreibt: allein wie oft verlangt nicht auch der Theoretiker

dieser sowohl als in andrer Rücksicht muß ich Herrn Caryl Gerechtigkeith widerfahren lassen, daß er dem Karakter vollkommen entsprochen hat, der mir von ihm gemacht worden ist. Er hat während der ganzen Zeit allen Fleiß und alle Aufmerksamkeit gezeigt, faßte meine Anweisung vollkommen, äußerte mit Freimüthigkeit seine eigenen Meinungen, widersprach mit Gründen, wenn er etwas mißbilligte, was ich angab, ohnerachtet er willig war, meine Angabe zu befolgen, wenn ich auf dessen Ausführung beharrte, machte nicht selten beträchtliche Verbesserungen, und bearbeitete jeden Theil desselben mit einer wahren Meisterhand.

Die Verzeichnung dieses Instruments Taf. V. Fig. 1. giebt eine allgemeine Uebersicht davon, und bedarf weiter keiner weitläufigen Erklärung.

Das ganze Instrument steht auf drei Füßen, welche durch Schrauben ihre Verichtigung erhalten. Die Grundplatte ($2\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser) hat eine Bewegung im Azimuth ohne einer langen Welle blos um den Mittelpunktsstift; sie ruht auf einem Kreise von Glockenmetal, welches gehörig abgedreht worden, und wornach die Grundplatte selbst eingeschliffen ist. Vermöge dieses Verfahrens bewegt sie sich sanft vermittelst der Hand, allein sie kann auch vermöge einer Kurve mit Zahn und Trieb eine Bewegung erhalten. Die Absicht dieser Bewegung ist indessen blos, um bequem das Instrument umzukehren: denn obschon dessen Anwendung auch außer dem Meridian und für Azimuthe statt haben dürfte, so wird es doch, da es besonders zu Meridiandurchgängen bestimmt ist, so wie es gehörig

ge-

fer Dinge von Künstlern, die theils unausführbar, theils ganz unzusammenhängend sind? Laune trifft wohl nicht selten wieder auf Laune.

A. d. H.

gestellt worden, fest an den Bodenpfeiler mittelst vier Klammern befestigt, welche es auf dem Kreise fest halten, wo es aufliegt, so wie denn dieses Verfahren der Bewegung sich unverändert erhält, wie auch die Klammern angezogen werden, da die Weingeistwagen auf der Grundplatte während dem nicht die geringste Veränderung äußern.

Die vier Pfeiler und ihre Bänder brauchen keiner weitläufigen Erklärung. Sie stehen über dem Kreise von Glockenmetall, und die Klammern liegen nahe an jedem Fuße, um mehr Haltbarkeit zu geben; sie tragen die Zapfenlager des Durchgangskreises.

Die Bauart dieser Lager hat eine besondere Einrichtung: sie hängen gewissermaßen in einer Art von Triebwerk (gimmals), jedoch vollkommen fest, wovon Taf. V. Fig. 3 die Vorstellung zur nähern Erläuterung entworfen ist. Sie haben eine sanfte und unveränderliche horizontale Bewegung: das T oder der Rahmen AB, welcher sie trägt, hat eine Bewegung an einer vertikalen Welle CD, welche in eine Röhre eingeschliffen worden; er sitzt außerhalb der Platte EF auf, wodurch die Verbindung mit den Pfeilern geschieht, zu welcher Absicht der Boden des Rahmen gleichfalls darauf eingeschliffen worden. Auf diesem Rahmen haben die Lager eine vertikale Bewegung: die Lager selbst haben eine horizontale Welle bei AB, welche aus zwei kegelförmigen Theilen zu beiden Seiten in entgegengesetzten Richtungen bestehen, und oberhalb mit einem Defel versehen sind, wodurch jeder Stoß abgewendet wird, indeß das Lager nach der Richtung des Zapfen inne liegt. Der Gedanke, sie auf diese Art einzuhängen sowohl, als derjenige der Bewegung des ganzen Instruments im Azimuth auf einer Grundplatte ist von unserm verstorbenen Mitgliede, Herrn John Smeaton entlehnt, dem die Welt während einiger Zeit verschiedene

dene Hauptverbesserungen in der Mechanik zu verdanken hat.

Vermöge dieses Aufhängungsverfahrens der Läger werden die Zapfen überall gleich getragen, da sie hingegen durch das Ausliegen derselben auf einem Rande von Glockenmetall, wie es gebräuchlich ist, und wo die Läger feste sind, nicht so leicht in die Richtung der Welle gesetzt werden können. Dies scheint nicht nur ein besser Ausliegen zu gewähren, sondern es nützen sich auch die Zapfen ungleich weniger ab.

Indessen um gegen jedes Abnutzen zu sichern, sind ein Paar zylindrische Federn, die in einer Röhre inne liegen, durch Ringe innerhalb der bereits erwähnten Verbindungsplatte angebracht. Jede derselben trägt ein Paar Rollen, an welche ein messingenes Band an jedem Ende der Welle des Teleskops anliegt. Die Federn können willkürlich angewendet oder weggenommen werden, so wie sie denn auch mittelst einer Schraube am Boden des Rohrs angezogen oder nachgelassen werden können, um solchergestalt von den Zapfen irgend einen Theil der Last, als man erforderlich glaubt, wegzunehmen: und da sie in einer Linie mit der Welle sind, und so eingerichtet worden, um jeder Richtung zu folgen, so ist keine Gefahr zu befürchten, daß die Stellung dadurch gestört werde, indeß sie die Bewegung vielmehr außerordentlich leicht und sanft machen.

Beiderlei Einrichtung der Läger sind an einerlei Ende der Welle, dem eingetheilten Kreise und den Mikroskopen gegenüber, weil die geringste Berichtigung dieses Endes der Welle zwischen den Mikroskopen bewirkt haben würde, daß eine nochmalige Berichtigung derselben erforderlich gewesen wäre. An dem einen Ende ist die Welle durchbrochen, um zur Erleuchtung der Drähte Licht durch zu lassen. Ich finde, daß (wenigstens

nigstens nach meinem Gesichte) es besonders vortheilhaft ist, die Sehnung mit einem blaßgrünen Glase zu verschließen. Die Welle selbst ist 18 Zoll lang, ohne die Zapfen, deren jeder ohngefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll beträgt.

Die Mikroskope haben keiner Beschreibung nöthig. Sie sind nach denjenigen gebaut, wie sie von unserm verstorbenen Mitgliede, dem General-Major Roy (Philos. Transact. Vol. LXXX. S. 145) sind beschrieben worden*). Die meinigen sind 9 Zoll lang; das Objektende zu 2 Zoll von dem Limbus des Kreises. Sie vergrößern 24mal. Eine Revolution der Mikrometerschraube ist einer Minute gleich, und der Kopf ist auf Sekunden getheilt.

Der feste oder unbewegliche Draht in denselben ist an dem ersten Striche, oder an der Minute selbst; die Verichtigung geschieht vermittelst eines Bleilothes, welches von der obern Platte herab hängt, und an der Seite der Welle ohngefähr 8 Grad, oder $1\frac{1}{2}$ Zoll von dem Mittelpunkte vorbei geht. Zu dieser Absicht sind hier an dem Limbus in einer schicklichen Entfernung zu jeder Seite des Zero, sowohl ober- als unterhalb, Punkte gemacht worden, das Teleskop sei nach irgend einer Richtung horizontal oder senkrecht gerichtet. Die Untersuchung geschieht vermittelst zwei zusammengefügter Mikroskope, ($5\frac{1}{2}$ Zoll lang, und ihr Objektglas zu 3 Zoll Entfernung von dem Limbus) welche von einerlei Vorrichtung wie die andern Mikroskope getragen werden.

Der lauser, oder der bewegliche Draht in den Mikrometer Mikroskopen hat eine Vorrichtung beinahe ganz

*) Die Beschreibung dieser Mikroskope findet man in einem Anhange zu meiner Uebersetzung von Herrn Adams geometrischen und graphischen Versuchen.

ganz auf die nämliche Art, wie in denjenigen des General Roy, ausgenommen, daß der Mikrometerkopf so eingerichtet ist, daß er sich gebränge an dem Halse der Schraube wenden läßt, um auf diese Art den Punkt des Zero leicht gegen das Auge zu stellen, ohne nöthig zu haben, eine nochmalige Berichtigung zu unternehmen, wenn es der Fall ist, daß er hinterwärts fällt.

Man dürfte vielleicht fragen, da ich mich eines zusammengesetzten Mikroskops bediene, um den Draht zu sehen, warum ich ein einfaches Bleiloth dicht an dem Limbus brauche, anstatt desjenigen in dem zusammengesetzten Fokus der Gläser? Die Ursache ist folgende: ich bediene mich eines zusammengesetzten Mikroskops, weil meine Augen nicht so bequem mit einem einfachen Vergrößer beobachten; überdies erhalte ich solcherge-
stalt auch mehr Licht, und ich kann mein Auge in einer größern Entfernung halten. Ich ziehe die Einrichtung des Herrn Ramsden allerdings vor, wo sie mit Sicherheit angewendet werden kann. Allein bei diesem Instrumente hielt ich sie nicht für zuverlässig genug, da das Mikroskop einen eignen Träger haben mußte: da hingegen das Suchen des Produkts selbst nebst dem Drahte durch ein Rohr von mehr als 5 Zoll, und in einer Entfernung von 12 bis 12 Zoll von dem Limbus wenig oder gar keine Parallaxe zulassen konnte. Ich war Willens, von den Originalpunkten der Theilungen zu dieser Absicht Gebrauch zu machen; allein sie sind so klein, daß der schwächste Draht, welcher im Stande ist, ein Loth zu tragen, sie ganz verdeckt.

Auch befindet sich hiebei eine äußerst empfindsame Nivellirwage zu Berichtigung der Welle. Den Kreis ließ ich von zehn Halbmessern tragen, so daß wenn das Teleskop horizontal steht, und gegen ein Meridian-Zeichen gerichtet ist, ein leerer Raum zwischen den Regeln ober- und unterhalb statt fände, um eine Nivellir-
C wage

wage einzubringen. In der Verbindung zwischen den Pfeilern über dem beweglichen Träger (bei A Taf. V. Fig. 1.) ist der untere Arm weggelassen, um mehr Raum zu erhalten, die Wage einzulegen, ohne sie zu neigen, oder Gefahr zu laufen, damit anzustoßen. Von dem untern Arme der gegenüberliegenden Verbindung B über dem feststehenden Träger steht eine Gabel von Messing vor, um den Schenkel der Wage aufzunehmen, und sie gegen ihren Ort zu richten, desgleichen, um sie aufrecht zu halten, wenn der Fuß auf dem Zapfen steht, und um sie nicht zu zwängen, wenn man einen geringen Stoß zuläßt. Vermöge dieser Einrichtung kann die Wage bequem behandelt und umgewendet werden, ohne Gefahr zu laufen, dieselbe oder das Instrument in Unordnung zu bringen.

Die obere Platte hat, wie man aus der Beschreibung sieht, einen großen Ausschnitt mehr als die Hälfte querüber. Die Absicht davon ist, daß die Beobachtung bis zum Zenith geschehen könne, und selbst noch etwas darüber weg, ohne daß irgend ein Hinderniß in den Weg komme. Da das ganze Instrument gewendet, oder halb in Azimuth herumgekehrt werden kann, so wird es, wenn man den Durchgang der Sterne in demjenigen Theile des Himmels beobachten will, wo sie in der einen Lage von der Platte verdeckt werden, nach der andern ganz davon befreit sein.

Der Kreis selbst hält bei den Theilungen volle zwei Fuß im Durchmesser, und beträgt $25\frac{1}{2}$ Zoll am Rande. Der ungetheilte Kreis an der Seite des Teleskops zunächst dem oßnen Ende der Welle dient zur Festigkeit und Gleichförmigkeit, und mit demselben ist zugleich die Vorrichtung zum Beobachten verbunden. Diese Vorrichtung ist solchergestalt eingerichtet, daß der Kreis frei rund herum laufen kann, nirgends anstößt, sondern sich selbst unterstützt, und doch auch leicht wie-

wieder zurück gelegt werden kann. Der Kreis ist übrigens ganz davon frei, wenn eine sorgfältige Behandlung statt findet, ausgenommen in der Höhe des Teleskops, wo eine Stellschraube den Kreis regiert, nachdem diese Vorrichtung angelegt worden: und da diese Schraube zu beiden Seiten einen ränderirten Kopf hat, so kann sie von beiden Seiten des Instruments bequem behandelt werden, um den horizontalen Draht dahin zu bringen, daß der Gegenstand halbtirt werde.

Das Teleskop ist von zwei Zoll Oefnung, und 33 Zoll Fokallänge. Das Objectivglas wird innerhalbs des Rohrs nicht eingelegt, sondern es läßt sich an das Ende eines falschen Rohrs von 4 Zoll Länge einschrauben, welches an der Außenseite des Hauptrohrs eingeschoben; und an dessen Stelle vermittelst drey Schrauben und Ringe, die in Fugen laufen, befestiget wird, nachdem dessen Abstand von den Drähten berichtigt worden ist. Auf diese Art erhält man die ganze Oefnung des Rohrs, und keine größere Länge, als in Rücksicht des Gebrauchs schlechterdings erforderlich ist, welches bey einem solchen Instrumente mir sehr vorthellhaft zu seyn schien. Dies finde ich, daß es in gewisser Rücksicht besonders der Fall ist, indessen ist doch die Wage, die Kollimation zu stören, wenn man die Außenseite des Rohrs berührt, immer noch ein Einwurf.

Die Drähte sind nicht in einer Zelle, sondern es giebt dieserwegen zwey besondre Zellen mit ihren Gläschen gegen einander. Die senkrechten Drähte sind 5, zu 35 Sekunden Zeit Abstand im Aequator, und lassen sich horizontal für die Kollimation vermöge einer Schraube stellen. Die Horizontaldrähte sind 3, ohngefähr 15 Minuten eines Grades von einander, und so gelegt, daß sie die andern Drähte nicht berühren, sondern frey vor einander weggehen; auch diese lassen

sich in die Kollimation vermöge einer ihnen eigenen Schraube berichtigen. Die zwey Zellen lassen sich jede besonders an der Gesichtssaxe bewegen; indessen wenn einmal die zweierlei Drähte dahin gebracht sind, daß sie genau unter rechten Winkeln gegen einander stehen, so können sodann die Zellen gegen einander befestiget werden, wo sie ferner mit einander gewendet, und endlich an ihren Ort vermittelst der Schrauben und der Ringe an der Aussen- oder Innenseite des Rohrs gesetzt werden. Alle diese Vorrichtungen sind, wie ich glaube, ganz neu, und ich hielt sie als Bervollkommnungen anstatt des gewöhnlichen Verfahrens, indessen finde ich doch, daß man die Vorrichtung der Horizontaldrähte in der Kollimation entbehren kann.

Der Grund, daß ich drei Horizontaldrähte, und zwar unter dieser Entfernung angewendet habe, war, daß nachdem ich den Unterschied davon berichtigt, ich den untern Rand der Sonne oder des Mondes an einem, und den obern Rand an dem andern äußern Drahte beobachten konnte, ohne die Höhe des Teleskops viel zu verändern, und den Mittelpunkt des Gegenstandes zu versetzen, oder die Limbus der Sonne und des Mondes weit außerhalb dem Mittelpunkt des Gesichtsfeldes vor- oder zurückgehen zu lassen.

Die Theilungen des Kreises sind nunmehr der nächste Gegenstand. Sie geschehen vermittelst der Hand, und sind mit aller möglichen Sorgfalt beendigt worden. Die Originaltheilungen sind vermittelst Punkte, jede zehn Minuten; innerhalb ist eine andre Reihe durch Striche, gleichfalls von den Punkten alle zehn Minuten gezogen. Die Punkte werden zuerst beobachtet, nachher die Striche.

Da es mir bei wirklicher Beobachtung jederzeit sehr bequem scheint, eine solche Einrichtung zu treffen, daß jede Sache von selbst erfolgt, soweit als es sich thun

thun läßt, um Seele und Körper völlige Ruhe zu geben, so daß alle Rechnung dabei wegfällt, so glaube ich, daß wenn beide Mikroskope vollkommen einerlei Resultat gäben, auf gleiche Art zählten, so daß die zählende Ziffer jederzeit rechter Hand sei, so wie der zu beobachtende Punkt, und das Zählen positiv, dieß für jeden Beobachter sehr bequem sein dürfte, so wie zu gleicher Zeit auch eben hierdurch die Genauigkeit und Sicherheit der Beobachtung sehr befördert würde.

In dieser Rücksicht ließ ich dann das obere Mikroskop mit A, das untere mit B bezeichnen, in solchem Falle konnten dann die von ihnen hergeleiteten Zahlen niemals verwechselt werden, so wie man sich daran gewöhnte, A zuerst zu untersuchen, niemals aber das untere, sodann aber B, und dieses unter das erstere zu setzen; welches, wenn alles übrige recht ist, das Komplement zu 90° geben muß.

Um bequem aufzunehmen, ließ ich die Mikrometerschraube an jedem rechter Hand setzen, und nahm den beweglichen Drath so, als ob er jederzeit rechter Hand des erstern stünde. Dieser wird denn in der Folge bei allen Fällen den Abstand des festen Drahtes von dem nächsten Punkte messen, welcher rechter Hand zum Vorschein kommt, (oder da die Mikroskope umkehren, den eigentlichen nächsten Punkt linker Hand) welcher entweder den Grad selbst an dieser Stelle, oder irgend ein Produkt von zehn Minuten davon geben wird.

Damit nun das Zählen der Grade mit dieser Idee übereintreffe, sahe ich wohl, daß die Figuren so gemacht werden mußten, daß sie in jeder Lage des Teleskops aufrecht erschienen, (welches der Fall sein dürfte, wenn das Teleskop nicht unter dem Horizont aufsteht) nur daß sie rückwärts gezählt werden mußten. Um dies zu erhalten, mußten sie rückwärts in sich selbst gezählt werden, eigentlich aber entgegen oder umgekehrt stehen.

§ 3

Denn

Denn da die zwei Quadranten zunächst dem Objektende des Teleskops stets diejenigen sein würden, gegen welche das Mikroskop A zusteht, und die zwei dem Augenende am nächsten, diejenigen, die vom Mikroskope B beobachtet werden, so könnten sie dem zufolge ihre Bildung erhalten. Daher angenommen, daß das Instrument im Meridian stehe, und mit der eingeheilten Fläche gegen Osten gefehrt; wenn, während dem das Teleskop horizontal, und gegen Süd gefehrt ist, der obere dem Objektende am nächsten stehende Quadrant von diesem Ende von 1 bis 90° gezählt wird, und der obere Theil der Figuren gegen den Mittelpunkt des Instruments zusteht; und der andre obere Quadrant von dem Augenende gezählt wird, mit dem untern Theile der Figuren gegen den Mittelpunkt zu; so werden beide die Zenithabstände der beobachteten Gegenstände geben. Der erstere bei dem Mikroskope A, indeß das Teleskop gegen Süd des Zenith gerichtet ist, der letztere beim Mikroskope B, wenn man gegen Nord zu beobachtet.

Die zwei andern oder untern Quadranten folgen der nämlichen Regel, und dienen zu Bezeichnung der Höhen, wenn beide von der Quadratur, anstatt von irgend einem Ende des Teleskops an, gezählt werden; diese, da sie gegen das Objektende zugehen, stehen mit ihrem obern Theile, so wie diejenigen gegen das Augenende mit ihrem untern Theile gegen den Mittelpunkt des Kreises zu.

Um dies deutlicher zu machen, will ich hier eine Zeichnung von der Eintheilung Taf. V. Fig. 2. beifügen, welche zwar nur von zehn zu zehn Grad numerirt ist, obschon das Instrument selbst bei jedem Grade die Theilungsziffer hat, so daß immer eine in dem Gesichtsfelde des Mikroskops steht. Hieraus kann man sehen, daß alle auf einer Seite des Teleskops die Zenithab-

nithabstände geben, indeß dies für alle auf der andern Seite in Rücksicht der Höhen der Fall ist; und daß die Figuren in beiden Quadranten zunächst dem Augenende mit ihren obern Theilen gegen den Mittelpunkt, und alle gegen das Augenende mit ihren untern Theilen stehen. Dies ward nothwendig; ob es nun schon anfangs einige Mühe in der Ausführung machte, so fand man es doch nachher in der Anwendung selbst von vielem Nutzen.

Die innern Theilungen oder Striche werden gleichfalls nach jeder Richtung für alle Grade von dem Augenende bis zu dem Objektende des Teleskops gezählt, und die Ziffern stehen alle gegen den Mittelpunkt mit ihrem untern Theile zu. Die Anwendung derselben ist gleichfalls von großem Nutzen, besonders zum Stellen des Instruments, wenn sie auch weiter zum Aufnehmen der Beobachtungen nichts dienen. Denn in einer gehörigen Entfernung von den Hauptseilern befindet sich ein kleiner Pfeiler, welcher ein zusammengesetztes Mikroskop mit einem Drahte in dessen Fokus trägt; dieser, da er gestellt werden kann, und wenn er einmal auf die Breite des Orts gerichtet ist, giebt unmittelbar die nördliche Polarentfernung des gesehenen Gegenstandes; oder wenn man das Instrument nach der Polarentfernung eines gesuchten Gegenstandes fest stellt, so ist man gewiß, daß er zur gehörigen Zeit in das Gesichtsfeld des Teleskops nahe am Mittelpunkt drahte treten werde. Dieser Pfeiler für das Polarmikroskop kann gegen die andre Seite der Hauptseiler gewendet werden, welches nothwendig ist, wenn das Instrument umgekehrt wird.

Dies ist im Allgemeinen die Gestalt, und das Einzelne bei Errichtung und beim Baue dieses Instruments, welches, da es besonders zu Meridian-Beobachtungen, oder zu ähnlichen Durchgängen bestimmt ist,

mit allem Rechte ein Durchgangskreis genannt werden kann.

In dem Verfolge, als die Theilungen in ihrer gehörigen Lage untersucht werden sollten, fand sich in Rücksicht der Zuverlässigkeit für die gegenüberstehenden Punkte, welche genau in dem Durchmesser des Zirkels standen, ein Fehler, welcher viele Mühe und großen Zeitverlust verursachte. Wenn die Mikroskope mit Sorgfalt eingerichtet waren, so blieben sie auch nach Wendung des Kreises auf eine Seite so, und die nämlichen Punkte zeigten sich vollkommen in dem Durchmesser, so oft auch der Kreis nach einerlei Richtung herumgewendet wurde; allein bei einer oder mehreren Revolutionen nach der entgegengesetzten Richtung hörte diese Regelmäßigkeit auf. Dies, wie man leicht vermuthen konnte, konnte nicht anders geschehen, als daß diese Abweichung vom Mittelpunkt herrühren mußte; besonders aber ließ sich vermuthen, daß dieser Fehler von dem Einhängen der Träger, als einem neuen Versuche, entstehen müsse, die irgend dadurch ein Drängen erleiden könnten. Wir untersuchten daher diese, und machten daran verschiedene Abänderungen. Es wurden daher in der Folge feststehende Träger nach der gewöhnlichen Form gemacht, ferner andre etwas breitere, und andre unter einem mehr spitzigen Winkel. Noch schien diese Schwierigkeit nicht gehoben zu sein. Man nahm daher wieder seine Zuflucht zu den beweglichen Trägern, welche ich auch in der That nicht gerne aufgeben wollte; auch wurden Friktionsrollen angebracht, welche der Last etwas aufhelfen sollten. Noch blieb dieser Fehler bis auf eine gewisse Kleinigkeit, die indessen aber so geringe war, daß sie am Polarmikroskope nicht unterschieden werden konnte, auch selbst, so weit ich finden konnte, nicht durch dasjenige, was zum Bleilothe gehörte; zuweilen selbst auch an dem andern, deren stärkere Vergrößerungskraft

Kraft allein im Stande war, daß dieser Fehler merklich wurde. Ich vermuthete nunmehr die Ursache ganz in der Einrichtung der Zapfen, die sich an die Seite der Träger drängten, wogegen die Wendung geschah. In dessen war doch auch dies nicht die Ursache: denn so geringe auch die Bewegung war, so fand ich nachher, daß die entgegengesetzte Richtung statt hatte.

Dies führte mich denn auf die Entdeckung und endlich auf die völlige Verbesserung dieses Fehlers. Der ursprüngliche Gedanke, die Träger beweglich zu hängen, wie ich bereits angeführt habe, war von Herrn Smeaton hergenommen, welcher nach seiner Gefälligkeit dem Herrn Cary diejenigen zeigte, die er an einem kleinen Durchgangsinstrumente zu seinem eigenen Gebrauche angebracht hatte. Die feinigten konnten genau genommen, eigentlich nicht Träger genannt werden, denn er hatte eine kleine Höhlung an jeder Seite gemacht, wo die Zapfen antrafen, gewissermaßen eine Art von Bette, das sie aufnahm, um den Winkel weniger klemmend zu machen. Dies hatte Herr Cary nachgeahmt, und machte es auch wider meine Absicht nochmals an dem zweiten Paare, nachdem Versuche mit andern Arten geschehen waren. Da dies nun einmal war, so ließ ich sie, bis ich das Instrument nach Hause erhalten hatte, denn ich fand, daß alle Versuche vermöge der Erschütterung vom Fahren so gestört wurden, während dem es sich noch in seinem Hause befand, daß ich dieserwegen keine hinreichende Untersuchung anstellen konnte. Als nun das Instrument an seinem Orte stand, machte ich alle Versuche, deren ich mir bewußt war, um die Ursache dieses Fehlers aufzufinden, ob er in den Mikroskopen selbst läge, oder in irgend einer Erschütterung an denselben, oder in den Pfeilern, oder in dem Aufhängen der Träger. Da ich fand daß hierin kein Fehler zu finden war, und ich bei Untersuchung des

Instrumentes für jede zehn Grade rund herum sahe, daß die Welle, anstatt vorwärts bei Wendung nach einerlei Richtung vielmehr rückwärts gezogen wurde, so fiel mir ein, daß irgend Schmutz oder andre Partikeln es mehr in ihrer Gewalt haben dürften, diese Wirkung in einer Art von Zapfenloche, (als welches die ausgehöhlten Seiten allerdings sind) zu erzeugen, als zwischen zwei ebenen und glatten Oberflächen. Ich nahm daher die Träger weg, und gab ihnen einen genaueren rechten Winkel, dessen Seiten ich vollkommen glatt, eben und gut abgeschliffen machte: seitdem ich dann dies gethan habe, finde ich auch in der That keinen Unterschied mehr, nach welcher Richtung auch der Kreis seine Bewegung erhält, und ich glaube vermuthen zu können, daß solchemnach die Abweichung vollkommen gehoben worden.

Indessen zweifle ich, ob dieser Fehler von Folge gewesen sein dürfte, wenn er auch geblieben, oder selbst noch größer gewesen wäre. Denn da das Abzählen in der That in einer Linie über und unter dem Mittelpunkt geschieht, und beide positiv sind, so würde irgend eine Bewegung des Mittelpunkts gegen die rechte Hand die Punkte sowohl ober- als unterhalb geben, und dem Ansehen nach etwas mehr linker Hand, als sie es sein sollten; so würden sie dann das Maß etwas zu klein geben, allein bei jedem in einem gleichen Grade; so daß die Summe des vermittelst eines Mikroskops gegebenen Zenithabstandes, und der Höhe vermittelst des andern, hierdurch genau um den doppelten Fehler etwas weniger als 90 Grad betragen würde. Und würde die Welle gegen die linke Hand bewegt, so wäre das Resultat genau das entgegengesetzte; die Summe würde genau doppelt diese Größe etwas mehr als 90 Grad betragen. Daher würde der Unterschied von 90 Gra-

den

den zu der nämlichen Zeit, als er ein Mittel zwischen den zwei Aufnehmungen giebt, den Fehler oder die Abweichung der Welle ganz aufheben.

Das hier beschriebene Instrument ist von einer Größe, als ich es zu meinem eigenen Gebrauche am bequemsten gehalten habe: in der That ist es vollkommen so groß, als ich glaube, daß es jederzeit in dieser beweglichen Form sein sollte. Es steht auf einer Walze von einem festen Stein $25\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, und 3 Fuß 6 Zoll lang, es steht auf einem Lager von Ziegelsteinen, die gehörig mit einander verbunden sind, deren Grund überdies noch tief in die Erde geht. Der Stein ist rings herum von dem Fußboden abgesondert, und an sich vollkommen feste: in jeder Rücksicht macht das Instrument selten eine Abweichung. Es ist in den Meridian vermittelst zweier Merkmale gerichtet, deren eines nach Nord, das andre gegen Süd liegt, welche gegenwärtig vollkommen gelegt worden, so daß die Kolimation des Teleskops leicht untersucht werden kann, ohne den Kreis aus den Trägern zu heben.

Es gründet sich zum Theil auf einen Gedanken, den ich lange unterhalten habe, und ich bekenne, daß ich den Besitz eines Instruments von dieser Art auf jedem Observatorium besonders anrathе, nämlich ein Durchgangs-Instrument auf steinernem Gemäuer mit einem angemessenen Kreise und Mikroskopem, um bei Beobachtung des Meridiandurchganges zu gleicher Zeit die genaue Höhe oder den Zenithabstand eines jeden gesehenen Gegenstandes zu messen. Daß man genöthiget ist nach dem gewöhnlichen Verfahren, zu zwei verschiedenen Instrumenten seine Zuflucht zu nehmen, macht, daß die Zenithabstände weniger häufig genommen werden, als es eigentlich zu wünschen wäre. Es ist wahr, der britische Katalog war für den größten Theil

Theil aus Beobachtungen mit einem Quadranten allein hergeleitet; so waren es auch diejenigen des Herrn Mayer. Indessen wenn auch Arbeit und geduldiges Ausharren einen Beobachter in Stand setzen kann, in Rücksicht der Abweichungen auf dem Limbus sicher zu sein, so bleibt doch immer ein Quadrant aufs höchste genommen nur ein unvollkommenes Instrument zu geraden Aufsteigungen.

Ich glaube auf den besten Observatorien mich auf ein Teleskop von 45 Zoll nebst einem Kreise von ohngefähr 3 Fuß 6 Zoll einschränken zu können. Ein solches Teleskop würde ein großes Vergrößerungsvermögen besitzen, ohne daß dessen Schwere zu viele Hinderniß verursachen dürfte. Wenn das Teleskop fünf Fuß ist, so muß der Kreis vier Fuß sechs Zoll sein. Allein ich wollte nicht rathen, daß man weiter gienge; und ich zweifle, ob das große zukommende Gewicht an Metall, und die Ungleichheiten, die sich bei einer solchen Masse finden, nicht die Vortheile eines längern Teleskops aufheben dürften. Ueberdies ist nicht weniger die Bemerkung zu bedenken, daß bei einem größern Instrumente einige Theile von dem Beobachter so entfernt liegen, daß er sie nur mit Mühe erreichen kann. Unser verstorbener Freund, Herr Smeaton war ganz gegen einen Kreis von mehr als drei Fuß im Durchmesser. Zwischen dem steinernen Gemäuer muß eine doppelte Vorrichtung von Mikroskopen u. s. f. sein, um Gebrauch zu machen, wenn das Instrument umgekehrt wird.

Zum Schlusse dürfte es vielleicht nicht ohne Zweck sein, noch hinzu zu setzen, weil vielleicht viele fragen dürften, wie mein Instrument beschaffen sei? ob bei der wirklichen Beobachtung es das leistet, was davon erwartet wurde? Dies glaube ich sicher bekräftigen zu können, daß ich es als ein sehr nuzbares Instrument halte,

halte, und als eins der besten von allen, die mir be-
 kannt sind, um unsre Sternverzeichnisse zur Vollkom-
 menheit zu bringen. Ich bekenne es, ich hatte einige
 Zeit her Zweifel. Ich erhielt es zu Anfange des Win-
 ters, als kalte und trübe Witterung alle Untersuchung
 hinderten. Als ein Durchgangs-Instrument hatte ich
 alle Ursache damit zufrieden zu sein, selbst in Rücksicht
 des Polarsterns. Es ist sehr standhaft, und bedarf selten
 einer fernern Berichtigung. Als Kreis hingegen war
 ich es nicht. Die Abweichung der Welle, obgleich
 beide Enden, so weit als ich urtheilen konnte, jederzeit
 eine gleiche Abweichung zu haben schienen, fiel mir in-
 dessen doch sehr auf, und ließ mich wenig Zuverlässiges
 hoffen. Die Kollimation in der Höhe (deren Fehler,
 wenn er nur stetig ist, eben von keinen wichtigen Folgen
 ist) schien Veränderungen unterworfen zu sein, und zu
 unsichern Folgerungen Anlaß zu geben. Ob dieß von dem
 Objektlase, oder von den Drähten, vom Aufhängen
 des Bleiloths oder den Mikroskopen herrührte, war
 zweifelhaft. Alles dies erforderte viele Zeit zur Unter-
 suchung. Allein ich glaube nummehr behaupten zu kön-
 nen, daß alle diese Schwierigkeiten besiegt worden sind,
 nachdem der Fehler an den Trägern, wie ich bereits
 erwähnt habe, gehoben worden ist. Ich vermuthete,
 daß das Objektlas irgend eine kleine Erschütterung ha-
 ben dürfte, weil es an eine falsche Röhre an der Aussen-
 seite befestiget ist, und solchemnach der Berührung aus-
 gesetzt ist, anstatt innerhalb dem Rohre des Teleskops
 selbst zu sein. Dies geschah wegen mehrer Sicherheit.
 Von den Drähten war ich sicher, daß sie sich nicht be-
 wegen. Auch war dies in Rücksicht der Mikroskope
 keineswegs der Fall, nachdem ich sie vollkommen einge-
 setzt hatte: denn ich fand, daß nach der ersten Stellung
 ich eines davon etwas gezogen hatte. Die Punkte wur-
 den nummehr untersucht, wodurch das Bleiloth berich-
 tigt

tiget wird, oder vielmehr, wodurch der Kreis in eine Lage gestellt wird, um die Mikroskope zu berichtigen. Hier entdeckte sich ein kleiner Fehler. Ich habe bereits erwähnt, daß es vier Punkte zu dieser Absicht giebt. Ob sie schon, wie ich überzeugt bin, anfangs mit der größten Sorgfalt, und vollkommen sicher gelegt worden waren, so hatte doch das Desuen und Vergrößern derselben nachher, um sie an jeder Seite des Bleilochs vollkommen sichtbar zu erhalten, zu einem geringen Unterschiede in denselben in Rücksicht ihrer nebenliegenden Theilungen oder Punkte auf dem Limbus Gelegenheit gegeben. Das Einrichten daher für ein verschiedenes Paar dieser Punkte, welche ich gegeben, würde nothwendig einen Unterschied in der Kollimation verursachen. Da dies vermieden worden ist, indem ich mich stets der nämlichen bediene, und da andre Ursachen von Fehlern bei Seite geräumt worden sind, so scheint denn gegenwärtig die Kollimation für die Höhe so vollkommen zu sein, als nur verlangt werden kann. Ich hatte mehrere solcher Punkte, weil, als das Instrument neu war, ich nicht gewiß sein konnte, in welcher Lage die Berichtigung am bequemsten sein dürfte. Ich thue es gegenwärtig jederzeit vermittelst des Teleskops, welches nach dem Zenith gerichtet ist; bei einem andern Instrumente wollte ich daher anrathen, daß man zu dieser Absicht nicht mehr als zwei Punkte annähme.

Noch finde ich einige geringe Fehler, die ich aber dem starken Vergrößerungsvermögen meiner Mikroskope zuschreibe, welches für Werke der Kunst zu groß ist. Ich war in diesem Falle ganz gegen Herrn Cary, daß sie so stark vergrößerten, allein ich glaube, er hatte Recht. Indessen kommen ohnsfreitig auch einige Fehler meiner eignen Augen mit in Rechnung, welche die Gegenstände nicht mehr so begränzt sehen,
als

als es sonst der Fall war. Doch muß ich sagen, daß meine Beobachtungen an einerlei Sterne selten unter sich über fünf Sekunden in der Höhe abweichen; insgemein sind sie ganz innerhalb dieser Gränze.

Bei der Beobachtung selbst bemühe ich mich jederzeit, so viel als möglich auf meiner Hut zu sein, so daß mich nichts stört, daher ich denn auch jederzeit sitze, und mich eines prismatischen Augenglases bediene. Um zu vermeiden, daß ich nicht an das Instrument selbst, oder auch nur an den Stein stoße, worauf es steht, habe ich vier Balken von dem Boden bis zum Dache aufrichten lassen, welche mit horizontalen Querbalken an der Grundplatte des Instruments verbunden sind; gegen diese lehne ich mich, indeß ich Beobachtungen anstelle, oder wenn ich irgend einen Theil des Instruments behandle. Diese finde ich von großem Vortheile in der Anwendung. An zwei dieser Balken hänge ich gelegentlich einen Vorhang, um die Sonne abzuhalten, oder das falsche Licht zu vermindern, wenn ich einen Stern bei Tage beobachte.

Die zwei äußern horizontalen Drähte, deren ich oben erwähnt habe, finde ich sehr bequem. Sie stehen $14^{\circ} 43''$, 5 eines großen Zirkels entfernt von dem Mittelpunkte. Vermöge derselben kann ich ohne alle Uebereilung den vorangehenden Limbus der Sonne bei drei Drähten beobachten; sodann setze ich den untern Limbus gegen den obern Draht, und nehme diesen auf; setze den untern Limbus gegen den untern Draht; mache mich ferner fertig, den zweiten Limbus der Sonne an dem dritten, vierten und fünften Drahte zu beobachten; endlich nehme ich den obern Limbus auf, nachdem die Beobachtung beendigt worden ist. Auf diese Art erhält man den Meridian Durchgang durch die Mitte des Gesichtsfeldes oder innerhalb 2° desselben:
und

und die Meridianhöhe beider Limbus, indeß der Mittelpunkt der Sonne im Meridian ist; denn die geringe Abweichung in der Höhe ist bald gegeben, und kann keine Störung verursachen.

Im Allgemeinen genommen leistet in der That dieses Instrument die größten Dienste, und überzeugt mich vollkommen, daß ein ähnliches zwischen Gemäuer für die Astronomie sehr vortheilhaft sein dürfte. Als ein Durchgangs-Instrument ist das meinige vollkommen, in so weit als es die Größe zuläßt, und ist in der That in jeder Absicht ein vollkommenes Durchgangs-Instrument. Was die Höhen anbetrifft, da das Aufnehmen gänzlich unabhängig vom Kreise ist, ob man es schon in der Gewalt hat, die Mikroskope vermittelst des Blei-Loths zwischen jeder Beobachtung, wenn man will, zu untersuchen, so wird man finden, daß man dieserwegen keine Ursache hat. In dieser Rücksicht hat es Vorzüge vor dem Quadranten. Es ist gar keine Gewalt erforderlich, das Instrument zu stellen: alles an demselben steht vermöge seiner Gestalt im Gleichgewichte selbst: es giebt nicht mehr Wahrscheinlichkeit es in der Höhe als im Azimuth in Unordnung zu bringen, und daher betrifft alles, was man bei der wirklichen Beobachtung außer einem gewöhnlichen Durchgangs-Instrumente zu thun hat, den Stern, so wie er vorüber geht, zu halbiren, oder sobald als er den Meridian draht vorüber gegangen, und die Mikroskope nachher anzunehmen. Solchergestalt geschieht jede Beobachtung vollkommen, indem man die gerade Aufsteigung und Höhe eines jeden Gegenstandes auf einmal und mit sehr weniger Benußung berichtet, welches denn nothwendig viel zur Vervollkommnung unsrer Sternverzeichnisse beitragen muß.

Noch

Noch giebt es einen beigängigen Vortheil an einem Instrumente dieser Art, daß man es nämlich in seiner Gewalt hat, das ganze Instrument innerhalb wenigen Minuten ohne Gefahr umzukehren, welches ich denn auch gewöhnlich thue, weil man hierdurch jeden Fehler entdeckt und aufhebt, welche sich an dem Instrumente befinden können, oder auch welche zu irgend einer Zeit bei der Beobachtung entstehen dürften.

III.

Beschreibung eines Instruments zu Bestimmung der spezifischen Schwere der Flüssigkeiten,

von

J. G. Schmeisser.

Philos. Transact. 1793. Part. II.

So sehr auch Chemisten sowohl als Physiker überhaupt überzeugt sind, daß die Bestimmung der spezifischen Schwere der Körper ein Umstand von der größten Wichtigkeit bei verschiedenen chemischen Versuchen sowohl, als bei der Zergliederung und chemischen Untersuchung verschiedener Substanzen ist; so finden wir doch, daß diese Vorsicht nur zu häufig in den Nachrichten selbst von denjenigen vernachlässiget wird, welche ähnliche Versuche angestellt haben, und daß diese Vernachlässigung nicht selten das Mißrathen dieser nämlichen Versuche bewirkt hat, wenn sie von andern wiederholet worden.

Da dieser Fehler gewissermaßen nicht selten aus Mangel einer genauen und bequemen Vorrichtung entstanden ist, wie ich ehemals selbst erfahren habe, so habe

habe ich seit einiger Zeit meine Gedanken auf Erfindung einer Vorrichtung gerichtet, vermöge welcher diese Schwierigkeit gehoben werden dürfte. Ich schmeichle mir jetzt, daß es mir darin vollkommen gelungen ist, und daß ich ein Instrument erfunden habe, welches jeder Absicht entsprechen dürfte, wozu es bestimmt ist, so daß dadurch die spezifischen Schwere der Flüssigkeiten auf eine leichte und genaue Art bestimmt werden können.

Man wird sich selbst leicht überzeugen können, in wie ferne dieses Instrument von denjenigen abweichen dürfte, oder in sofern es denjenigen vorzuziehen ist, welche bereits diesermwegen bekannt gemacht worden sind; wohin ich auch dasjenige von Herrn Ramsden erst kürzlich erfundene und von ihm empfohlene Instrument rechne.

Die ganze Vorrichtung desselben ist Taf. V. Fig. 4. vorgestellt. Es besteht aus einer gläsernen Flasche Fig. 5. mit einem flachen Boden, in welche vermittelst Einreibung ein gläserner Stöpsel eingelegt wird, welcher ein Thermometer hält, das dadurch geht. Fig. 6. Die Oefnung dieses Stöpsels ist kegelförmig Fig. 7. und das Thermometer hat einen gläsernen Ring Fig. 8., welcher in die Oefnung eingerieben wird, so daß er vollkommen dichte anschließt. Es giebt freilich einige Schwierigkeit sowohl den gläsernen Ring zu machen, als auch um ihn in den Stöpsel einzupassen. Wenn die Thermometer- röhre und der Ring nicht von einerlei Metalle gemacht werden, so geht der Ring sehr leicht beim Einschleifen verloren; aus dieser Ursache habe ich denn zuweilen die Röhre in dem Stöpsel vermöge eines dünnen Stücks von elastischem Gummi befestiget, welches sehr dichte um die Röhre gewunden worden. Dieses Gummi verhindert vermöge seiner Elasticität auf eine sehr wirksame Art die Luft und die Flüssigkeiten, und wird bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre von keiner Flüssigkeit,

F 2

aus.

ausgenommen dem Bitrioläther aufgelöst, und selbst von diesem nicht, wosern er nicht besonders zu dieser Absicht zubereitet wird.

Die Höhlung, welche an dem obern Theile des Stöpsels übrig bleibt, kann mit Siegellak, oder mit irgend einer andern Art Zement ausgefüllt werden; dieses wird beitragen, daß die Röhre feste erhalten wird, und da die Flüssigkeiten, welche gewogen werden sollen, nicht in Berührung mit diesem Theile kommen, wenn die Flasche sorgfältig gefüllt wird, so ist keine Gefahr vorhanden, daß das Lak oder Zement, dessen man sich bedient hat, in irgend einem Grade die Genauigkeit der Versuche stören sollte.

Ich habe zu verschiedenen Zeiten vergleichende Versuche mit diesem Instrumente angestellt, in der Absicht, um dessen Genauigkeit, und die verschiedenen Verbesserungen, die daran geschehen sind, ferner zu berichtigen; und ich kann mit Zuversicht behaupten, daß ich nie weder den geringsten Unterschied in den Resultaten, noch irgend etwas gefunden habe, welches meinen Erwartungen entgegen gewesen wäre.

Die Art, dieses Instrument zu gebrauchen, und es zu Versuchen zuzurichten, ist folgende:

1. A. Ein genauer kubischer Zoll, welcher vermittelst eines Pferdehaares an einer hydrostatischen Wage befestiget wird, wird in einem Gefäße mit destillirtem Wasser unter einer Temperatur von 60 Grad nach Fahrenheit aufgehangen, die Summe des Gewichts, welches der kubische Zoll solchergestalt im Wasser verliert, wird dem Gewichte einer gleichen dadurch weggetriebenen Menge Wasser gleich sein.

2. B. Das Instrument, frei von Feuchtigkeit, wird alsdenn in die Schale einer genauen Wage gelegt, und dessen Gewichte berechniget, wovon die Schwere der gemeinen Luft, die in der Flasche enthalten ist, abgezogen

gezogen werden muß; der Ueberschuß giebt die absolute Schwere des Instruments.

3. C. Die Flasche der Vorrichtung wird sodann mit destillirtem Wasser gefüllt, dessen Temperatur 60 Grad ist, und der Stöpsel nebst dem Thermometer wird auf die Flasche gesetzt, so daß weder die kleinste Luftblase daran bleibe, noch irgend eine Flüssigkeit an der Aussen-seite des Stöpsels oder der Flasche anhänge; hierauf wird die Schwere des Wassers berichtigt, und an der Flasche bemerkt, wodurch vermöge Berechnung zufolge dem Versuche A die Menge des Wassers, welches in der Flasche in kubischen Zollen enthalten ist, gefunden werden kann. Hat man solchergestalt die Menge des Wassers von 60 Grad Temperatur berichtigt, welches in der Flasche enthalten ist, so kann alsdenn die Flasche mit irgend einer andern Flüssigkeit von der nämlichen Temperatur gefüllt, und ihr Gewicht zufolge des Versuchs C berichtigt, und mit demjenigen des destillirten Wassers verglichen werden. Wenn z. B. gefunden wird, daß das destillirte Wasser in der Flasche 327 Gran, und einer andern Flüssigkeit 654 Gran enthält, so wird die Differenz sein wie 1 zu 2; oder 654 dividirt durch 327, welches 2 zum Quotienten giebt. Die spezifische Schwere der solchergestalt gefundenen Flüssigkeit, verglichen mit derjenigen des destillirten Wassers, wird alsdenn genau durch das Verhältniß 2,000 : 1,000 ausgedrückt; welcher letztere Ausdruck zum Normalmaße angenommen wird.

Es ist eine bekannte Sache, daß Flüssigkeiten unter verschiedenen Temperaturen verschiedene spezifische Schwere haben, und es würde erforderlich gewesen sein, eine Tafel zu entwerfen, welche die spezifischen Schwere der Flüssigkeiten unter verschiedenen Temperaturen enthielte, wäre ich nicht, um dieser Unbequemlichkeit zu entgehen, auf ein Verfahren gekommen, die Flüssig-

keiten, deren spezifische Schwere untersucht werden soll, auf ein gewisses Normalmaß zu bringen, nämlich auf 60 Grad, indem ich die Flasche mit der Flüssigkeit in ein gläsernes Gefäß mit kaltem Wasser setze, und so viel warmes Wasser zugieße, als erforderlich ist, um diese Flüssigkeit auf dieses Normalmaß von 60 Grad zu bringen.

Da der saure Geist zum Theil das Glas aufzulösen im Stande ist, so wird es erforderlich sein, wenn eine solche Säure gewogen werden soll, die innere Seite der Flasche zu belegen, indem man etwas Bienenwachs in der Flasche schmelzt, und sie mit dem Thermometer solchergestalt herumschwenkt, daß die innere Seite nebst dem untern Theile des Thermometers ganz davon bedeckt werde, nachdem alles kühl geworden; dieser Ueberzug kann sodann sehr leicht vermittelst etwas Terpentinöl, oder durch irgend ein wesentliches Del weggenommen werden, da diese alle das Wachs sehr geschwind auflösen.

IV.

Beobachtungen über die 'Fundamental'Eigenschaft des Hebels; nebst einer Prüfung des vom Archimedes in seiner Demonstration angenommenen Grundsatzes,

von

Herrn S. Vince A. M. F. R. S.

Philos. Transact. 1794. Part. I.

Der Mangel eines Beweises der Eigenschaft des Hebels aus klaren und selbst einleuchtenden Grundsätzen ist billiger Weise als ein großer Fehler in der Mechanik angesehen worden, da die wichtigsten Theile dieses Zweiges der Naturphilosophie sich darauf gründen. Archimedes war, wie ich glaube, der erste, welcher deswegen einen Versuch wagte. Er nimmt an, daß wenn zwei gleiche Körper auf einen Hebel gesetzt werden, ihre Wirkung, um ihn um einen Punkt zu bewegen, die nämliche ist, als ob sie in den mittlern Punkt zwischen denselben gesetzt würden. Dieser Lehrsatz ist auf keine Weise selbst einleuchtend, daher denn auch die Untersuchung,

chung, welche sich darauf gründet, als unvollkommen verworfen worden ist. Huyghens bemerkt, daß einige Mathematiker, die mit dem hier als gültig angenommenen Grundsätze nicht zufrieden gewesen, sich bemühet haben, nachdem sie die Form des Beweises geändert, die Mängel desselben weniger merkbar zu machen, daß es ihnen aber gleichfalls nicht gelungen sei. Er macht daher einen Versuch mit einem eigenen Beweise, worin er als gültig annimmt, daß wenn einerlei Schwere bis zu einer größern Entfernung von der Unterstützung gelegt wird, die Wirkung, den Hebel herumzudrehen, größer sein werde; dies ist ein Grundsatz, der auf keine Weise angenommen werden kann, wenn angenommen wird, daß wir völlig unbekannt mit den Wirkungen der Gewichte auf einen Hebel unter verschiedenen Entfernungen von dem Ruhepunkte sind. Ueberdies, wenn es von selbst einleuchtend wäre, findet sein Beweis blos statt, wenn die Längen der Arme meßbar sind. Sir J. Newton hat einen Beweis gegeben, worin vorausgesetzt wird, daß wenn eine gegebene Last in irgend einer Richtung wirkt, und irgend Halbmesser von dem Ruhepunkte bis zur Linie der Richtung gezogen werden, die Wirkung, um den Hebel herum zu bewegen, die nämliche sein wird, auf welchen Halbmesser sie auch wirken dürfte. Indessen haben einige der vorzüglichsten Mathematiker seit seiner Zeit seinem Grundsätze den Einwurf gemacht, daß er für sich nicht einleuchtend sei, dem zufolge sie denn versucht haben, den Satz nach deutlicher und mehr genutzenden Grundsätzen zu beweisen. Der Beweis des Herrn Mac Laurin, insofern als er geht, leistet gewiß alle Genüge; allein da er die Wahrheit des Satzes blos durch Induktion führt, und ihn nicht bis zu dem Falle geführt hat, wo die Arme unmeßbar werden, so ist sein Beweis unvollkommen. Der Beweis, wie ihn Dr. Hamilton in seinen Versuchen gegeben hat, hängt,

hängt von diesem Satze ab, daß wenn ein Körper in der Ruhe ist, und drei Kräfte darauf wirken, sie sein werden, wie die drei Seiten eines Dreiecks, parallel mit den Richtungen der Kräfte. Nun ist dies wahr, wenn die drei Kräfte gegen irgend einen Punkt eines Körpers wirken; dahingegen, betrachtet man den Hebel als einen Körper, so wirken die drei Kräfte unter verschiedenen Punkten, und der Grundsatz, wie er von dem Verfasser angewendet wird, ist daher nicht anwendbar. Wenn wir in diesem Beweise einen flachen Körper annehmen, in welchem die drei Kräfte wirken, anstatt eines einfachen Hebels, so würde alsdenn, wenn die drei Kräfte eigentlich auf einerlei Punkt des Körpers gerichtet werden, der Körper in Ruhe sein. Indessen schließen wir davon auf den Fall des Hebels, so werden die nämlichen Schwierigkeiten entstehen, wie in dem Beweise des Sir J. Newton. Allein angenommen, daß alle übrigen Einwürfe gehoben werden können, so entsteht noch ein Mangel in dem Beweise, wenn irgend zwei von den Kräften parallel sind. Ein anderer Beweis gründet sich auf diesen Grundsatz, daß wenn zwei nicht elastische Körper auf gleiche Größen der Bewegung treffen, sie nachher anhängen und ruhen werden; hieraus wird denn geschlossen, daß wenn ein Hebel, welcher im Gleichgewichte ist, in Bewegung gesetzt wird, die Bewegungen der zwei Körper gleich werden müssen; und daher müssen denn die Drückungen dieser Körper auf den Hebel in Ruhe, um ihn in Bewegung zu setzen, sein wie ihre Bewegungen. Nun ist im erstern Falle dies eine Vergleichung der Wirkungen des Drucks und der Bewegung, deren Verhältniß der Masse, oder wenn sie irgend ein Verhältniß zulassen, uns völlig unbekannt ist. Ueberdies wirken sie unter sehr verschiedenen Umständen; denn im erstern Falle wirken die Körper unmittelbar auf einander, und im letztern wir-

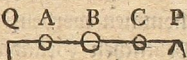
ken sie vermittelst eines Hebels, mit dessen Eigenschaften, wie wir angenommen haben, wir völlig unbekannt sind. Wenn Kräfte auf einen Körper wirken, der als ein Punkt betrachtet wird, oder genau gegen einerlei Punkt irgend eines Körpers, so schätzen wir bloß die Wirkung dieser Kräfte, um den Körper aus seinem Orte zu bewegen, und es wird weder auf eine Kreisbewegung, noch irgend auf Ursachen, um sie hervor zu bringen, in der Untersuchung Rücksicht genommen. Wenn wir daher den nämlichen Satz anwenden, um die Wirkung der Kräfte zu untersuchen, eine Kreisbewegung zu erzeugen, so wenden wir ihn offenbar auf einen Fall an, welcher nicht darin enthalten ist, noch worauf ein einzelner Grundsatz in dem Satze anwendbar ist. Der Beweis, wie er von Herrn Landen in seinen Memoiren gegeben ist, gründet sich auf sehr deutliche Grundsätze; auch finde ich keine Einwürfe, die dieserwegen gemacht werden könnten. Allein da seine Untersuchung aus verschiedenen Fällen besteht, und außerdem sehr lang und ermüdend ist, so hört der Wunsch in Rücksicht eines einfachern nicht auf, der eigentlich geschickt wäre, in einer Elementar-Abhandlung der Mechanik aufgenommen zu werden, der zugleich den jungen Anfänger weder durch die Länge des Beweises, oder aus Mangel in dessen Grundsätzen ermüdete. Dasjenige, was ich hier vorschlage, wird, wie ich hoffe, das Ganze nicht nur sehr einfach machen, sondern auch eine vollkommne Genüge leisten.

Der Beweis, wie er vom Archimedes gegeben worden ist, würde vollkommen hinreichend sein, wenn nur der Grundsatz, worauf er sich stützt, deutlich bewiesen werden könnte: nämlich, daß zwei gleiche Kräfte an den Enden, oder ihre Summe in der Mitte eines Hebels, gleiche Wirkungen haben würden, ihn um irgend ei-

nen

nen Punkt zu bewegen. Nun ist, damit die Wirkungen die nämlichen sind, so weit als es irgend eine progressive Bewegung betrifft, welche dem Hebel mitgetheilt wird, wenn er in Freiheit ist, um sich frei zu bewegen, hinlänglich deutlich; allein es findet hier kein Beweis statt, daß die Wirkungen die nämlichen sein werden, dem Hebel eine Kreisbewegung um irgend einen Punkt zu geben, weil eine sehr verschiedene Bewegung alsdenn erzeugt wird, und wir angenommen haben, daß wir in Rücksicht der Wirksamkeit einer Kraft unter verschiedenen Entfernungen von dem Ruhepunkte nichts wissen, um eine solche Bewegung zu erzeugen. Ueberdies sind die zwei Bewegungen nicht nur sehr verschieden, sondern die nämlichen Kräfte sind bekannt, daß sie in beiden Fällen verschiedene Wirkungen erzeugen; denn im erstern Falle erzeugen die zwei gleichen Kräfte an den Enden der Arme gleiche Wirkungen bei Hervorbringung einer progressiven Bewegung; allein im letztern Falle erzeugen sie keineswegs gleiche Wirkungen bei Hervorbringung einer Kreisbewegung. Wir können daher von einem auf den andern nicht schließen. Der Grundsatz indessen kann auf diese Art bewiesen werden.

Es mögen AC die zwei gleichen Körper sein, welche auf einen geraden Hebel AP gelegt werden, der um P beweglich ist; man halbiere AC in B, verlängere PA bis Q, und nehme $BQ = BP$, und nehme an, daß das Ende Q unterstützt werde. Da nun A und C auf ähnliche Art in Rücksicht eines jeden Endes des Hebels gelegen sind, d. i. $AP = CQ$, und $AQ = CP$, so müssen die Unterstützung und der Ruhepunkt gleiche Theile der ganzen Last tragen; die Unterstützung bei Q wird daher mit einer Last gedrückt werden, die gleich A ist. Nunmehr nehme man die Gewichte A und C weg, und setze ein Gewicht bei B, wel-

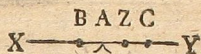


welches ihrer Summe gleich ist; ist nun das Gewicht bei B gleich entfernt von Q und P, so müssen die Unterstüßung und der Ruhepunkt gleiche Theile der ganzen Last tragen, und daher wird jetzt die Unterlage gleichfalls eine Last gleich dem A tragen. Wird nun also die Unterlage Q weggenommen, so muß die bewegendende Kraft, um den Hebel um P zu drehen, in beiden Fällen sichtbar die nämliche sein; daher sind denn die Wirkungen von A und C auf den Hebel, um ihn um irgend einen Punkt zu wenden, die nämlichen, als ob sie beide in dem mittlern Punkte zwischen denselben gelegen wären. Das nämliche findet offenbar statt, wenn A und C außerhalb der Unterlage und der Unterstüßung gelegt werden. Wenn daher AC ein zylindrischer Hebel von gleichförmiger Dichtigkeit ist, so wird dessen Wirkung, um ihn selbst um irgend einen Punkt zu wenden, die nämliche sein, als ob alles in dem mittlern Punkt B angehäuft wäre; dies ist eine Folgerung aus dem, was bereits bewiesen worden ist, wenn wir den ganzen Zylinder in eine unendliche Anzahl von Blättern getheilt annehmen, die senkrecht mit der Ase liegen, und von gleicher Stärke sind.

Der Grundsatz also, wie er von Archimedes angenommen worden, gründet sich daher auf den vorzüglich deutlichen Grundsatz, d. i., daß gleiche Körper unter gleichen Entfernungen gleiche Wirkungen erzeugen müssen; dies wird vermöge dieser Betrachtung deutlich, daß wenn alle Umstände in der Ursache gleich sind, auch die Wirkungen gleich sein müssen. Der ganze Beweis des Archimedes ist daher vollständig gemacht, und ist zu gleicher Zeit sehr kurz und einfach. Zum Vortheil derjenigen, welche damit nicht bekannt sein dürften, wollen wir hier auch noch des andern Theils des Beweises erwähnen,

Es

Es sei XY ein Zylinder, den man in A halbiere, auf welchem Punkte er offenbar ruhen würde.



Man nehme irgend einen Punkt Z , und halbiere ZX in B , und ZY in C ; so sind jetzt, zufolge dem, was bereits bewiesen worden ist, die Wirkungen der zwei Theile ZX , ZY , um den Hebel um A zu wenden, die nämlichen, als ob die Last eines jeden Theils in B und C besonders angehäuft worden, welche Gewichte offenbar sind, wie ZX , ZY , und welche man findet, daß sie bei B und C zu legen sind. Nun ist $AB = AX - XB = \frac{1}{2} XY - \frac{1}{2} XZ = \frac{1}{2} YZ$; und $AC = AY - YC = \frac{1}{2} XY - \frac{1}{2} ZY = \frac{1}{2} XZ$; folglich $AB : AC = \frac{1}{2} YZ : \frac{1}{2} XZ = YZ : XZ =$ der Last bei C : der Last bei B .

Da die Eigenschaft des geraden Hebels solcher-
gestalt errichtet worden, so folgt hieraus alles, was sich
auf den gebogenen Hebel unmittelbar bezieht.

V.

Beschreibung eines Verfahrens, die komparativen
Dichtigkeiten des Lichts zu messen, welches von
leuchtenden Körpern ausgeht. Von General Lieu-
tenant Sir Benjamin Thompson, Graf von
Rumford, F. R. S. in zwei Briefen an
Sir Joseph Banks. Baronet.
P. R. S.

Philos. Transact. 1794. Part. I.

Erster Brief.

Mein Herr.

Seit zwei Jahren her, als ich beschäftigt gewesen
bin, eine Anzahl von Versuchen zu machen, um zu be-
stimmen, ob es möglich sei, das am meisten ökono-
mische Verfahren der Beleuchtung eines großen Fabrik-
hauses, oder einer öffentlichen Manufakturie auszu-
finden, welche in den Vorstädten dieser Stadt unter
meiner Anleitung errichtet worden sind, wo der Arme,
alt und jung, und alle fleißige Personen, welche keine
Arbeit haben, bei einer großen Menge verschiedener
Manu-

Manufakturen angestellt werden, fiel ich auf ein Verfahren, die verhältnißmäßigen Größen des Lichts zu messen, wie es Lampen von verschiedenen Einrichtungen, die Lichter u. s. f. geben, das sehr einfach ist, und von dem ich Ursache habe zu glauben, daß es vollkommen genau sei. Ich gab Ihnen eine schriftliche Nachricht von dieser geringen Erfindung, ohngefähr vor ein und einem halben Jahre durch Dr. Baader, welcher mir geschrieben, daß sie Ihnen nicht ganz unzweckmäßig erschienen; indessen da ich glaube, daß doch verschiedenes außer Acht gelassen worden sein dürfte, was Ihnen einen vollkommenen Begriff davon zu machen im Stande sei, so will ich hier eine kurze Beschreibung davon aufsetzen, und sie Ihnen übersenden, im Fall, daß wenn Sie dieselbe der Ehre werth halten, Sie so gefällig sein werden, sie der königlichen Societät vorzulegen. Das Verfahren ist kürzlich dieses: —

Man stelle die zwei brennenden Lichter, Lampen, oder andre Erleuchtungen, welche mit einander verglichen werden sollen, A und B, in gleicher Höhe auf zwei leichte Tafeln, oder bewegliche Standorte in einem verfinsterten Zimmer; ein Blatt reines, weißes Papier werde gleich ausgestreckt, und an eine Tafel oder an die Wand des Zimmers unter der nämlichen Höhe befestiget, als die Lichter von dem Boden stehen, und die Lichter selbst setze man dem Blatte Papier gegenüber in einer Entfernung von sechs oder acht Fuß davon, und sechs oder acht Fuß von einander abgesondert, auf solche Art, daß eine Linie von dem Mittelpunkte des Papiers senkrecht auf ihre Oberfläche gezogen, den Winkel halbire, welcher von den Linien gebildet wird, die von den Lichtern bis zu diesem Mittelpunkt gezogen werden; in diesem Falle wird, wenn man das Blatt Papier als einen ebenen Spiegel betrachtet, das eine Licht genau in der Reflexionslinie des andern sein.

Dies

Dies kann sehr leicht bewerkstelliget werden, wenn man wirklich ein Stük Spiegelglas, von sechs oder acht Zoll im Quadrat, in die Mitte desselben setzt, und vermöge desselben die wahren Reflexionslinien der Lichter von dieser Fläche beobachtet, ihn sodann aber wegnimmt, so bald als die Lichter gehörig geordnet worden sind.

Ist dieses geschehen, so muß ein kleiner hölzerner Zylinder, ohngefähr den vierten Theil eines Zolls im Durchmesser, und sechs Zoll lang, in einer vertikalen Lage, ohngefähr zwei oder drei Zoll vor dem Mittelpunkte des Blatts Papier auf solche Art gehalten werden, daß die zwei Schatten des Zylinders von den zwei Lichtern deutlich auf dem Papiere bemerkt werden können.

Findet man, daß diese Schatten in ihren Dichtigkeiten ungleich sind, welches beinahe immer der Fall sein wird, so muß alsdann dasjenige Licht, dessen Schatten am dichtesten ist, weiter abgesetzt werden, oder das andere wird gegen das Papier näher gerückt, bis daß die Dichtigkeiten der Schatten genau gleich erscheinen; oder mit andern Worten, bis daß die Dichtigkeiten der Strahlen von den zwei Lichtern auf der Oberfläche des Papiers gleich sind; wo alsdenn, wenn die Entfernungen der Lichter von dem Mittelpunkte des Papiers gemessen werden, die Quadrate dieser Entfernungen gegen einander sein werden, wie die wahren Dichtigkeiten der Lichter, von denen die Rede ist, an dem Orte selbst.

Wenn z. B. indem das schwächere Licht in einer Entfernung von vier Fuß vom Mittelpunkte des Papiers gesetzt wird, es erforderlich gefunden werden sollte, damit die Schatten von einerlei Dichtigkeit werden, das stärkere Licht bis zu einer Entfernung von acht Fuß von diesem Mittelpunkte wegzusetzen, so wird in diesem

offenbar, daß wenn die gänzliche Abwesenheit des Lichts eine vollkommne Finsterniß ist, und wenn der Schatten, welcher einem der Lichter, von denen die Rede ist, entspricht, tiefer oder blässer ist, je nachdem er mehr oder weniger von dem andern erleuchtet wird, wenn die Schatten gleich sind, die Dichtigkeiten der erleuchtenden Strahlen ebenfalls auch gleich sein müssen.

Wenn man die Lichter versetzt, um die Schatten dahin zu bringen, daß sie von gleicher Dichtigkeit werden, so muß man Sorge tragen, sie von dem Mittelpunkt des Papiers in gerader Linie abzusetzen, oder demselben zu nähern, so daß das eine Licht jederzeit genau in der Reflexionslinie des andern stehe; außerdem werden die Strahlen, die von den verschiedenen Lichtern unter verschiedenen Winkeln auf das Papier fallen, und folglich auch auf die Schatten, den Versuch sehr trügerisch machen.

Wenn die Dichtigkeit eines starken Lichts mit den Dichtigkeiten verschiedener kleiner Lichter zusammen genommen verglichen werden soll, so müßten die kleinern Lichter in einer Linie aufgestellt werden, welche gegen eine Linie senkrecht ist, die gegen den Mittelpunkt des Papiers gezogen wird, und dies so nahe an einander als möglich; auch ist es gleichfalls erforderlich, sie in einer größern Entfernung von dem Papiere zu setzen, als wenn blos die Vergleichung mit einzelnen Lichtern angestellt wird.

In allen Fällen ist es schlechterdings erforderlich, die größte Sorgfalt zu beobachten, daß die verglichenen Lichter gehörig gepuzt werden, und daß sie helle und gleich brennen, außerdem würden die Resultate der Versuche sehr unregelmäßig und fehlerhaft ausfallen. Es ist erstaunend, welchen Unterschied es in der Menge des Lichts giebt, welches von einerlei Lichte erhalten wird, wenn es mit seinem größten Glanze brennt, und wenn es aus Mangel des Puzzens dunkel brennt. In-

dessen

dessen da diese Verminderung des Lichts progressiv ist, und da das Auge sich unmerklich nach der Menge des jedesmal wirklich gegenwärtigen Lichts richtet, so wird hierauf von den Zuschauern nicht immer Rücksicht genommen; — dem ohnerachtet ist es in der That sehr beträchtlich, wie jedermann wahrnehmen kann, welcher sich die Mühe nehmen will, einen Versuch dieserwegen anzustellen; ja so groß ist die Ungewißheit in der Menge des Lichts, welches von brennenden Körpern, Lampen oder Lichtern, ausgeht, in allen Fällen, selbst unter den günstigsten Umständen, daß dies die Quelle der größten Schwierigkeiten ist, auf welche ich bei Bestimmung der relativen Dichtigkeiten der Lichter vermöge des hier vorgeschlagenen Verfahrens gestoßen bin.

Um vermöge dieses Verfahrens der komparativen Dichtigkeiten des Lichts des Mondes, und derjenigen eines Lichts sicher zu werden, müssen des Mondes gerade ausgehende Strahlen auf einer weißen glatten Oberfläche unter einem Winkel des Einfalls von ohngefähr 60° aufgefangen werden, und das Licht in der Reflexionslinie der Strahlen des Mondes von dieser Oberfläche gesetzt werden; wenn die Schatten des Zylinders für das Licht des Mondes, und für das Licht bis zu gleicher Dichtigkeit gebracht worden, indem man das Licht weiter absetzt, oder es näher gegen den Mittelpunkt der weißen Fläche bringt, wie es die Gelegenheit erfordert, so wird die Dichtigkeit des Lichts des Mondes derjenigen des Lichts unter dem gegebenen Abstände des Lichts von der Fläche gleich werden.

Um der Dichtigkeit des Lichts des Himmels bei Tage oder bei Nacht gewiß zu werden, muß dieses Licht in ein verfinstertes Zimmer durch ein langes Rohr gebracht werden, was an der innern Seite schwarz gefärbt worden, wo dessen Dichtigkeit alsdann mit derjenigen

eines Lichts oder einer Lampe vermittelst des bereits beschriebenen Verfahrens verglichen werden kann.

Um die Dichtigkeit der gerade ausgehenden Strahlen der Sonne zu bestimmen, verglichen mit dem Lichte, welches durch irgend einen unsrer künstlichen Illuminatoren erhalten wird, dürfte es vielleicht erforderlich sein, wenn wir die beinahe unbegreifliche Dichtigkeit des Lichts der Sonne bedenken, von einigen fernern Einrichtungen und Vorsichtsmitteln Gebrauch zu machen, allein ich bin indessen überzeugt, daß es geschehen kann, und selbst mit einem beträchtlichen Grade der Genauigkeit möglich ist. Und wenn die relative Dichtigkeit des Lichts der Sonne an der Oberfläche der Erde, verglichen mit der Dichtigkeit des Lichts einer gegebenen Lampe, die in einer gegebenen Entfernung aufgestellt ist, und mit einer Flamme von gegebenen Dimensionen brennt, bekannt werden soll; so wird es alsdenn leicht sein, von der bekannten Größe und dem Abstände der Sonne die relative Dichtigkeit ihres Lichts auf ihrer Oberfläche zu berechnen, verglichen mit der Dichtigkeit des Lichts der Flamme der Lampe an der Oberfläche dieser Flamme.

Die Dichtigkeit des Lichts, welches beim Verbrennen des Eisens oder des Phosphorus in dephlogisticirter Luft erzeugt wird, desgleichen diejenige aller brennenden oder rothglühenden Körper können gleichfalls vermittelst dieses Verfahrens mit der größten Leichtigkeit und Genauigkeit verglichen und bestimmt werden.

In meinem nächsten Schreiben werde ich mich bemühen, Ihnen eine Nachricht von dem Resultate meiner Untersuchungen in Rücksicht des besten und am meisten ökonomischen Verfahrens mitzutheilen, um
zum

zum gemeinen Gebrauche Licht vermöge Lichter, Lampen u. s. f. zu erhalten, dergleichen eine comparative Uebersicht des Betrags der Lichter von verschiedenen Arten, wenn die Menge des erzeugten Lichts die nämliche bleibt, nebst dergleichen fernern Bemerkungen und Beobachtungen, als sich darauf beziehen dürften.

Munich,

den 20. Dec. 1792.

Ich bin ic.

Zweiter Brief.

Mein Herr.

Seit meinem letzten Schreiben vom 20. December habe ich verschiedene Verbesserungen in dem Apparate gemacht, welcher zu Messung der Dichtigkeit des Lichts eingerichtet worden, so daß ich nunmehr das Hauptinstrument zu einem solchen Grade der Vollkommenheit gebracht habe, daß, wenn ich nicht vielleicht den Verdacht einer blinden Anhänglichkeit auf mich ziehen dürfte, ich glaubte, daß es des Namens eines *Photometers* nicht unwürdig wäre. Eben so habe ich auch eine beträchtliche Anzahl neuer Versuche unternommen; allein ehe ich fortfahre, Ihnen eine Nachricht davon mitzutheilen halte ich es für erforderlich, ganz eigentlich die Veränderungen zu beschreiben, die ich für nöthig gehalten, daß ich sie vorher an den Instrumenten selbst machte.

Erstlich werden die Schatten, anstatt auf ein Papier geworfen zu werden, welches an einer Tafel oder an der Wand des Zimmers ausgespannt worden, gegenwärtig auf der innern Seite des schwarzen Theils einer hölzernen

Büchse innerhalb $7\frac{1}{4}$ Zoll weit, $10\frac{1}{2}$ Zoll lang, und $3\frac{1}{4}$ Zoll tief, entworfen, welches vorwärts offen ist, um das Licht einzulassen, und auf der innern Seite überall schwarz angestrichen ist, die hintere Wand ausgenommen, worauf das weiße Papier befestiget ist, auf welchem der Schatten sich bildet. An dem untern Theile befindet sich eine Kugel mit einer Röhre, wodurch sie mit einem Gestelle verbunden wird, auf dem sie ruht, und der obere Theil oder der Deckel ist mit Scharnieren versehen, damit die Büchse geöffnet werden kann, so oft als es erforderlich ist, irgend einen Theil der Vorrichtung abzuändern, den sie enthält. Der vordere Theil der Büchse ist gleichfalls mit einer Thüre versehen, die an Scharnieren beweglich ist, wodurch diese Büchse vorwärts verschlossen werden kann, wenn sie nicht gebraucht wird.

Da ich es immer sehr unbequem fand, zwei von einerlei Zylinder entworfene Schatten mit einander zu vergleichen, da diese nothwendiger Weise entweder zu weit von einander standen, um mit Gewißheit verglichen werden zu können, oder waren sie näher, so wurden sie zum Theil von dem Auge durch die Zylinder bedeckt, welcher Unbequemlichkeit zu entgehen, ich gegenwärtig mich zweier Zylinder bediene; diese werden senkrecht in den Boden der eben beschriebenen Büchse in paralleler Richtung mit dem hintern Theile derselben befestiget, und stehen davon $2\frac{2}{5}$ Zoll, und von einander 3 Zoll ab, von den Mittelpunkten der Zylinder an gemessen; wenn die zwei Lichter, deren man sich in dem Versuche bedient, gehörig gestellt sind, so werfen diese zwei Zylinder vier Schatten auf das weiße Papier an der innern Seite des hintern Theils der Büchse, welche ich in der Folge das Feld des Instruments nennen will; zwei dieser Schatten sind genau in Berührung in der Mitte dieses Feldes, und nur auf diese zwei muß man Obacht haben.

haben. Um zu verhindern, daß die Aufmerksamkeit vermöge der Gegenwart unnöthiger Gegenstände abgezogen werde, läßt man die zwei äußern Schatten verschwinden, welches dadurch geschieht, daß man das Feld des Instruments so enge macht, daß sie außerhalb auf eine schwarze Oberfläche fallen, worauf sie nicht sichtbar werden. Sind die Zylinder jeder $\frac{4}{10}$ eines Zolls im Durchmesser, und $2\frac{2}{10}$ hoch, wie bei dem Instrumente, welches ich eben gebauet habe, so werden sie vollkommen hinreichend sein, wenn das Feld eine Weite von $2\frac{7}{10}$ Zoll hat; und da eine unnöthige Höhe des Feldes nicht nur ohne Nutzen ist, sondern auch selbst noch Unbequemlichkeiten verursacht, indem eine große Oberfläche von weißem Papier, welches vermöge der Schatten nicht bedeckt wird, einen zu großen Lichtglanz erzeugt, so darf das Feld nicht höher als $\frac{7}{10}$ eines Zolls über die Zylinder sein.

Um im Stande zu sein, die Lichter bequem und genau zu stellen, ist eine feine schwarze Linie durch die Mitte des Feldes von oberhalb dem Boden desselben gezogen, welche von einer andern (horizontalen) unter rechten Winkeln damit in der Höhe des obern Theils der Zylinder durchschnitten wird. Wenn die Höhen der Schatten diese letztermähnte Linie berühren, so stehen die Lichter in der erforderlichen Höhe; und wenn ferner die zwei Schatten mit einander in der Mitte des Feldes in Berührung sind, so haben alsdenn die Lichter ihre gehörigen Richtungen.

In meinem zuletzt verbesserten Instrumente (den ich habe bereits viere derselben machen lassen), wird das weiße Papier, welches das Feld ausmacht, nicht unmittelbar auf die innere Seite des hintern Theils der Büchse befestiget, sondern es wird auf ein kleines Stük sehr fein geschliffenes Glas geleimt, und dieses Glas, welches solchergestalt bedeckt worden, wird in eine Fuge einge-

eingelegt, die es aufnimmt, und gegen den hintern Theil der Büchse stellt. Dieses bedeckte Glas ist $5\frac{1}{2}$ Zoll lang, und so breit als die Büchse tief ist, d. i. $3\frac{1}{4}$ Zoll, allein das Feld des Instruments wird vermittelt eines Rahmens von schwarzer Pappe auf seine gehörige Größe gebracht, die vor der vordern Fläche dieses bedeckten Glases gelegt wird, und unmittelbar daran ruht. Eine Defnung in diesem pappenen Rahmen in Form eines länglichen Quadrats $1\frac{7}{10}$ Zoll weit, und zwei Zoll hoch, bestirmt die Dimensionen, und bildet die Gränzen des Feldes. Dieser Rahmen muß die gehörige Breite haben, um die ganze innere Seite des hintern Theils der Büchse zu bedecken, und kann an seiner Stelle vermittelt Jugen an den Seiten der Büchse befestiget werden, in welche er eingeschoben werden kann. Die Lage der eben erwähnten Defnung wird vermittelt der Höhe der Zylinder bestimmt, so daß sie $\frac{1}{10}$ eines Zolls höher ist, als die Höhe der Zylinder beträgt: und da deren Höhe blos zwei Zoll ist, indeß die Höhe der Zylinder $2\frac{2}{10}$ Zoll beträgt, so sieht man deutlich, daß die Schatten der untern Theile der Zylinder nicht mit in das Feld kommen. Vermöge dieses Umstandes entsteht keine Unbequemlichkeit, hingegen entstehen vielmehr zufolge dieser Einrichtung verschiedene Vortheile.

Anstatt des eben erwähnten Rahmen bediene ich mich zuweilen eines andern, welcher vom erstern blos darin verschieden ist, daß die Defnung in demselben, welche die Form und die Dimensionen des Feldes bestimmt, anstatt viereckig zu sein, rund ist, und $1\frac{6}{10}$ Zoll im Durchmesser hält. Wenn dieser Rahmen gebraucht wird, so werden die Schatten in der Weite vermehrt, (vermöge eines Verfahrens, welches nachher vollkommen beschrieben werden soll) und auf solche Art, daß sie vollkommen das Feld ausfüllen, wo sie unter der Form von zwei Hemisphären, oder vielmehr halben Schei-

Scheiben erscheinen, die einander in einer vertikalen Linie berühren. Die Absicht, die ich dabei hatte, um das Feld und die Schatten auf eine kreisförmige Figur zu bringen, war diese: ich glaubte nämlich, daß durch Verminderung der Menge von Gegenständen, welche im Stande wären, auf die Seele zu wirken, und besonders durch Wegnehmung aller geraden Linien und Winkel, und aller unnöthigen Abweichungen der Lichter und der Schatten, die Aufmerksamkeit auf eine solche Art bestimmt und erhalten werden dürfte, um den Sinn des Gesichtes besonders scharf zur Unterscheidung irgend eines Unterschieds bei einfachen Gegenständen zu machen, die sich dem Auge darbieten. Indessen aber so scheinbar auch diese Folgerung sein kann, so gestehe ich doch, daß dieser Versuch meiner Erwartung nicht entsprach. Es ist wahr, die scheinbaren Dichtigkeiten zweier gleicher Hemisphären von Schatten, die in Berührung mit einander stehen, können gegen einander sehr leicht verglichen werden, und wenn kein merklicher Unterschied zwischen denselben wahrzunehmen ist, so ist es mehr als wahrscheinlich, daß sie eigentlich einander sehr nahe gleich sind; allein ich habe aus Erfahrung gefunden, daß zwei gleiche Parallelogramme von Schatten, die in Berührung mit einander stehen, mit der nämlichen Leichtigkeit gegen einander verglichen werden können, und mit der nämlichen Sicherheit, wie ich Ursache zu glauben habe, selbst wenn diese vereinigten Schatten an drei Seiten vermöge einer vollkommen weißen Oberfläche begrenzt werden, die vermöge der geraden Strahlen zweier starker Lichter erleuchtet wird; d. i., wenn der Rahmen mit der viereckigen Oefnung oder dem Felde gebraucht wird.

Bei Beschreibung der Zylinder, vermöge welcher die Schatten entworfen werden, erwähnte ich, daß sie in dem Boden der Büchse befestiget würden; indessen

aber, da die Durchmesser der Schatten der Zylinder in irgend einem geringen Grade nach Verhältniß abweichen, als die Lichter breiter oder enger sind, und je nachdem sie dem Photometer näher gebracht, oder weiter davon entfernt werden, um in allen Fällen im Stande zu sein, diese Schatten dahin zu bringen, daß sie einerlei Durchmesser halten, welches ich aus Erfahrung gefunden habe, daß es sehr vortheilhaft ist, um mit größerer Leichtigkeit und Gewißheit zu urtheilen, wenn die Schatten von einerlei Dichtigkeit sind; so habe ich die Zylinder um ihre Axen beweglich gemacht, und einem jeden einen vertikalen Flügel $\frac{1}{2}$ eines Zolls weit, $\frac{1}{10}$ eines Zolls stark, und von gleicher Höhe wie der Zylinder selbst, zugelegt, und von oben bis unten genau damit befestiget. Dieser Flügel liegt insgemein in der Mitte des Schattens des Zylinders, und so lange als er in dieser Lage bleibt, äußert er gar keine Wirkung; allein wenn es erforderlich ist, daß der Durchmesser einer der Schatten vergrößert werde, so wird der jedesmalige Zylinder um seine Ase gedreht, bis der Flügel, dessen ich hier erwähnet, so wie er aus dem Schatten steigt, und einen Theil des Lichts unterbricht, den auf dem Felde des Instruments entworfenen Schatten dahin bringt, daß er die Weite oder den verlangten Durchmesser erhält. Bei dieser Beschäftigung ist es stets erforderlich, den Zylinder auswärts zu drehen, oder solchergestalt, daß die Vermehrung der Weite des Schattens auf derjenigen Seite desselben statt finde, welche dem Schatten gegenüber liegt, der zu dem andern Lichte gehört. Die Nothwendigkeit dieser Vorsicht wird jedem deutlich sein, welcher einen genauen Begriff von diesem Instrumente hat, und von der Art, wie es angewendet werden muß.

Vermöge dieser an die Zylinder befestigten Flügel geschieht es, daß die Weiten der Schatten so vergrößert
wer-

werden, daß sie das ganze Feld des Photometers ausfüllen, wenn man sich des Rahmens mit der kreisförmigen Oefnung bedient.

Da die untern Enden der Zylinder, welche durch die Oefnungen gehen, die diesermwegen in dem Boden der Büchse gemacht worden, ohngefähr $\frac{1}{2}$ eines Zolls kleiner im Durchmesser sind, als ihre obern Theile, welche die Schatten werfen, und da sie nicht bloß durch den Boden der Büchse gehen, (welcher einen Zoll stark ist) sondern selbst gegen einen Zoll unter dessen untere Fläche reichen, und da endlich diese Zylinder in diesen Oefnungen nicht sehr befestiget sind, so ist es leicht, wenn man sie an den Enden hält, die unterhalb den Boden der Büchse gehen, die Zylinder um ihre Axen herum zu bewegen, ohne daß man die Büchsen selbst öffnen darf. Ich habe bereits erwähnt, daß die Höhe des vertikalen Flügels, der an jedem Zylinder befestiget ist, der Höhe des Zylinders selbst gleich wäre: — Dies muß nach der mittlern, nicht aber nach der ganzen Länge des Zylinders verstanden werden, welcher denjenigen Theil desselben in sich begreift, welcher hinein, und durch den Boden der Büchse geht, sondern nur allein dessen Höhe über den Boden der Büchse, oder den vorragenden Theil, nämlich $2\frac{2}{3}$ Zoll.

Da es schlechterdings erforderlich ist, daß die Zylinder jederzeit genau senkrecht auf dem Boden der Büchse stehen bleiben müssen, oder parallel gegen einander, so wird es am besten sein, sie von Messing zu machen, und anstatt sie unmittelbar an dem Boden der Büchse zu befestigen, (welche, da sie von Holz ist, sich leicht werfen kann) sie mit einer starken, dicken und gehörig gehämmerten messingenen Platte zu verbinden, welche messingene Platte nachher an den Boden der Büchse vermittelst einer starken Schraube befestiget werden kann. Und um die Zylinder noch fester in ihrer vertikalen

Falen Lage zu befestigen, werden sie mit breiten, flachen Ringen, oder Ansätzen versehen, womit sie auf der messingenen Platte aufsitzen; diese Ringe sind $\frac{1}{10}$ eines Zolls stark, und im Durchmesser gleich der Hervorragung des Flügels des Zylinders, gegen dessen Boden sie eine feste Unterstützung nöthig haben. Diese Zylinder werden gleichfalls gedräng gegen die messingene Platte gestossen oder vielmehr eingetrieben, welches vermittelst angespannter Spiralfedern geschieht, die zwischen der untern Seite dieser Platte und den untern Enden der Zylinder gelegt werden.

Welche Materie nun aber auch zu den Zylindern genommen worden, und wie auch ihre Form und Dimensionen beschaffen sind, so ist es schlechterdings nothwendig, daß sie sowohl als jeder übrige Theil des Photometers, ausgenommen das Feld, tief schwarz und vollkommen dunkel angestrichen werden. Dies wird die Unbequemlichkeiten verhindern, welche außerdem von dem reflektirten Lichte, und von der Dazwischenkunft einer zu großen Menge sichtbarer Gegenstände entstehen würden.

Um den Lichtern eine Bewegung gegen und von dem Photometer abwärts mitzutheilen, welches mit einer größern Leichtigkeit und Genauigkeit erfolge, habe ich zwei lange und schmale, indessen aber starke und feste Tafeln angebracht, in deren Mitte sich eine gerade Fuge befindet, worin ein Wagen geschoben werden kann, worauf das Licht gesetzt wird; vermöge einer Schnure, welche daran vorwärts und hinterwärts befestiget ist, und über Rollen an jedem Ende der Tafel geht, die um einen Zylinder geht, welcher mit einer Kurbel versehen, geschieht dieses Schieben; diese Kurbel liegt nahe an dem Ende der Tafel gegen den Photometer, so daß der Beobachter sie drehen kann, ohne sein Auge von dem Felde des Instruments zu verrücken.

Zufolge

Zufolge dieser Einrichtung werden verschiedene Vortheile erhalten; so kann erstlich der Beobachter den Lichtern eine Bewegung mittheilen, so wie er sie für nöthig findet, ohne daß er einen Beiegehülfsen nöthig hat, und selbst ohne sein Auge von den Schatten wegzuwenden; zweitens wird jedes Licht stets genau in der Direktionslinie erhalten, worin es sich befinden soll, damit die Schatten in der Mitte der vertikalen Fläche des Photometers in Berührung kommen können; und drittens erzeugt, wenn das Schieben der Lichter vollkommen sanft und gleich erfolgt, diese Bewegung wenig oder keine Wirkung auf die Lichter selbst, um entweder ihren Glanz zu vermehren oder zu vermindern.

Diese Tafeln, welche 10 Zoll breit, und 35 Zoll hoch sind, und deren eine 12 Fuß, die andre 20 Fuß lang ist, liegen unter einem Winkel von 60° von einander, und in Rücksicht des Photometers in einer solchen Lage, daß Linien durch ihre Mitte in der Richtung ihrer Längen gezogen, in einem Punkte zusammen treffen, der genau unter der Mitte der vertikalen Fläche oder des Photometers liegt, von welchem Punkte denn die Entfernungen der Lichter gemessen werden: die Seiten der Tafeln sind in Englische Zolle getheilt, und ein Vernier, welcher Zehnthelle von Zollen anzeigt, ist an jedem dieser schiebenden Wagen befestigt, worauf die Lichter stehen.

Diese Wagen sind solchergestalt eingerichtet, daß sie nach Gefallen erhöht oder erniedriget werden können, welches schlechterdings erforderlich ist, damit die Lichter jederzeit in der gehörigen Höhe stehen, nämlich in einer horizontalen Linie mit den obern Theilen der Zylinder des Photometers.

Das Verfahren der Berichtigung, ob die Lichter in der erforderlichen Höhe stehen, ist bereits beschrieben worden.

Damit

Damit nun die zwei langen und schmalen Tafeln, deren wir eben erwähnt haben, und auf denen die Lichter sich bewegen, unbeweglich in ihren gehörigen Lagen bleiben können, sind sie beide genau auf einem Gestelle befestiget, welches das Photometer trägt; damit aber auch die Bewegung der Wagen, welche die Lichter führen, so sanft und gelinde als möglich sei, so ist die Einrichtung getroffen worden, daß sie sich auf parallelen messingenen Drähten schieben, welche 9 Zoll von einander stehen, und ohngefähr $\frac{1}{10}$ eines Zolls im Durchmesser halten; sie sind vollkommen polirt, und auf die Tafeln von einem Ende zum andern ausgespannt.

Die Glastafel, welche mit weißem Papiere bekleidet worden, und in die Fuge am hintern Theile der Büchse eingelegt wird, macht die senkrechte Fläche, worauf die Schatten entworfen werden; sie ist $5\frac{1}{2}$ Zoll lang, und $3\frac{1}{4}$ Zoll breit, wie bereits ist beschrieben worden; eine Fläche, die ungleich größer ist, als die oben angegebenen Dimensionen für das Feld, nämlich $1\frac{7}{10}$ Zoll breit und 2 Zoll hoch. Ich hatte bei dieser Einrichtung zweierlei zur Absicht: erstlich um diese Fläche in ihrer gehörigen Lage desto leichter zu befestigen, und zweitens um im Stande zu sein, die Dimensionen des Feldes gelegentlich zu vergrößern, wenn man den hintern pappenen Rahmen vor dieser Fläche wegnimmt, und einen andern mit einer größern Oefnung statt dessen einsetzt, welches zuweilen sehr vortheilhaft sein kann.

(Seit dem ich dies geschrieben, habe ich eine kleine Veränderung in der Form der Büchse vorgenommen, welche meinen Photometer enthält. Der vordere Theil derselben, anstatt offen zu sein, ist jetzt geschlossen, und das Licht geht durch zwei horizontale Röhren hinein, welche so gelegt sind, daß sie einen Winkel von 60° bilden; ihre Axen treffen auf den Mittelpunkt des Feldes des Instruments. Man beobachtet das Feld des Photome-

tometers durch eine Oefnung, welche zu dieser Absicht in der Mitte des vordern Theils der Büchse zwischen den zwei oben erwähnten Röhren gemacht worden ist. Die beigelegten Figuren 1, 2, 3 und 4, Taf. VI. *) werden von dem ganzen Instrumente, so wie es gegenwärtig nach dessen vollkommensten Zustande beschaffen ist, einen hinlänglich deutlichen Begriff verschaffen.)

Nachdem ich nun, so wie ich glaube, hinreichend alle wesentlichen Theile dieser Instrumente beschrieben habe, so bleibt weiter nichts mehr übrig, als der Vorsicht zu erwähnen, welche so wie ich aus Erfahrung gefunden habe, nothwendig ist, daß man besonders darauf Rücksicht nehme.

Erstlich habe ich in Rücksicht des Abstandes, unter welchem Lichter, deren Dichtigkeiten verglichen werden sollen, von dem Felde des Photometers gesetzt werden müssen, gefunden, daß wenn das schwächste dieser Lichter ohngefähr so stark ist, als ein gewöhnliches Wachlicht, dieses Licht am vortheilhaftesten um 30 bis 36 Zoll von dem Mittelpunkte des Feldes gestellt werden könne; und so nachdem es schwächer oder stärker ist, verhältnißmäßig näher oder weiter davon abwärts. Wenn die Lichter zu nahe sind, so werden die Schatten nicht gehörig begränzt; und stehen sie zu weit davon ab, so werden sie zu schwach.

Es wird die Berechnungen, welche erforderlich sind, um Folgerungen aus Versuchen dieser Art zu ziehen, besonders sehr erleichtern, wenn irgend ein stetes Licht von einem gehörigen Grade der Stärke zu dieser

Ab-

*) Fig. 1. ist der Grundriß innerhalb der Büchse, und der naheliegenden Theile des Photometers. Fig. 2. die Büchse des Photometers auf ihrem Gestelle. Fig. 3. der Grundriß der zwei Tafeln, die zum Photometer gehören; und Fig. 4. das Profil des Photometers nebst einer der Tafeln und den Wagen oder Schiebern.

Absicht als Nichtechnur angenommen wird, wornach alle übrigen verglichen werden können. Ich habe zu dieser Absicht eine Argandsche Lampe gewählt, die in London gemacht worden, und sehr gut gearbeitet ist, und ob schon die Menge an Licht, das sie giebt, oder irgend eine andre Art von Lampen, sehr verschieden ist, welches größtentheils von der Länge abhängt, als der Docht ausgezogen wird, so habe ich doch aus wiederholten Versuchen gefunden, daß diese Lampe, wenn sie einmal gehörig eingerichtet worden, fortfährt, eine beträchtliche Zeitlang ein gleichmäßigeres Licht zu geben, als jede andre Lampe, oder als irgend ein Licht zu thun vermögend ist.

Beim Anfange eines jeden Versuchs berichtige ich dieses Normallicht auf folgende Art. Nachdem ich die Lampe auf ihren Wagen in einer Entfernung von 100 Zoll von dem Mittelpunkte des Feldes des Photometers gesetzt, wobei man von dem Mittelpunkte der kreisförmigen Flamme der Lampe an mißt, wird ein zylindrisches Wachlicht von bekannter Schwere und Dimensionen, das blos zu dieser Absicht gehalten wird, nachdem es angezündet, gepuht, und dahin gebracht worden, daß es mit dem größten möglichen Grade von Glanze brennt, gegenüber derselben unter einer gewissen Entfernung (33 Zoll) gesetzt, worauf denn der Docht der Lampe vergrößert oder verringert wird, je nachdem es erforderlich ist, bis die Schatten, welche zur Lampe und zum Lichte gehören, genau von einerlei Dichtigkeit sind; ist dies geschehen, so wird das Licht, was zur Probe dient, ausgelöscht, und zum fernern Gebrauch aufgehoben, worauf denn der vorhabende Versuch unmittelbar seinen Anfang nehmen kann.

Hier ist das Licht, was als Probe dient, eigentlich zu reden, die Nichtechnur, allein zu Versuchen
Licht

selbst ist die Lampe demselben vorzuziehen, weil ihr Licht doch immer von ungleich mehr Dauer und Gleichförmigkeit ist.

Die einzige Gefahr des Irrthums bei dieser Methode entspringt von der Schwierigkeit, sich Probelichter zu verschaffen, welche jederzeit genau einerlei Menge Licht geben, oder zu machen, daß das nämliche Licht genau mit einerlei Glanze zu verschiedenen Zeiten brennt; ich schmeichelte mir zu einer Zeit, daß selbst diese Ursache des Fehlers und der Ungewißheit, so unübersteiglich die Schwierigkeit auch zu sein schien, größtentheils gehoben werden dürfte. Ich sahe ein, daß wenn das Licht von der Normallampe, und dasjenige von dem Probelichte, wenn es zu einerlei Dichtigkeit an der Oberfläche der vertikalen Fläche gebracht worden, in der That zu einer Zeit stärker wäre als zur andern, die gleichen Schatten der Zylinder verhältnißmäßig tiefer sein würden, und daß die Vergleichung der Dichtigkeit dieser Schatten mit einer gemahlten Skale der Schatten, die gehörig graduirt worden, zu verschiedenen Zeiten irgend ein Unterschied in der Dichtigkeit des Normallichts dürfte entdeckt und ersetzt werden; allein bei Anstellung des Versuchs fand ich, was eigentlich ein wenig geduldige Ueberlegung im Stande gewesen sein würde, mich vorhersehen zu lassen, daß die scheinbare Dichtigkeit der zwei gleichen Schatten, die zu den Lichtern gehören, verglichen mit einer gemahlten Skale der Schatten, und einerlei Licht ausgeetzt, immer die nämliche ist, so sehr auch die Dichtigkeit der Strahlen an der Oberfläche, worauf diese Schatten entworfen werden, abändern dürfte.

Indessen giebt es ein andres Verfahren, wodurch, wie ich glaube, es wahrscheinlich ist, daß die Normal-

H

lampe

lampe mit dem erforderlichen Grade der Genauigkeit dürfte eingerichtet werden. Es scheint zufolge einer beträchtlichen Menge von Versuchen, von denen ich nachher besonders noch mehr erwähnen werde, daß die Menge des Lichts, welches von einer Lampe erzeugt wird, welche auf die nämliche Art mit einer hellen Flamme und ohne Rauch brennt, in allen Fällen ist, wie die Menge des verbrauchten Oels. Wenn daher die Normallampe so eingerichtet wird, daß jederzeit eine gewisse gegebene Menge Del in einer gegebenen Zeit verbraucht wird, so hat man alle Ursache vorauszusetzen, daß man sich alsdenn darauf als auf ein genaues Normallicht verlassen kann.

Um die Berechnungen abzukürzen, welche bei dergleichen Untersuchungen erforderlich sind, wird es jederzeit sehr vortheilhaft sein, die Normallampe in der Entfernung von 100 Zoll des Photometers zu stellen, und die Dichtigkeit von ihrem Lichte an der Quelle gleich der Einheit anzunehmen; in diesem Falle, (wenn man dieses Normallicht A nennt, die Dichtigkeit des Lichts bei seinem Ursprunge $= x = 1$; und die Entfernung der Lampe von dem Felde des Photometers $= m = 100$) wird die Dichtigkeit der Beleuchtung am Felde des Photometers ($= \frac{x}{m^2}$ *) durch den Bruch

$$\frac{1}{100^2} = \frac{1}{10000}$$

ausgedrückt werden; und die relative Dichtigkeit eines jeden andern Lichts, welches damit verglichen wird, kann zufolge der vorhergegebenen Anweisungen durch folgendes Verhältniß gefunden werden: man nenne dieses Licht B, setze $y =$ dessen

Dich-

*) Man sehe den ersten Brief.

Dichtigkeit an seinem Ursprunge, und $n =$ dessen Abstand von dem Felde des Photometers in Englischen Zollen ausgedrückt, dergleichen ist $\frac{y}{n^2} = \frac{x}{m^2}$

wie in meinem vorigen Briefe angegeben worden, oder anstatt $\frac{x}{n^2}$ schreibe man dessen Werth $= \frac{1}{10000}$, so

wird sein $\frac{y}{m^2} = \frac{1}{10000}$, und folglich ist y zu 1, wie

n^2 zu 10000; oder die Dichtigkeit des Lichts B ist an dessen Ursprunge zur Dichtigkeit des Normallichts A an dessen Ursprunge, wie das Quadrat des Abstandes des Lichts B von der Mitte des Feldes des Instruments in Zollen ausgedrückt, zu 10000; und daher

$$\text{ist } y = \frac{n^2}{10000}$$

Oder wenn das Licht der Sonne, und dasjenige des Mondes mit dem Lichte einer gegebenen Lampe oder eines Lichts C verglichen werden, so kann das Resultat einer solchen Vergleichung am besten mit Worten ausgedrückt werden, wenn man sagt, daß das Licht des angegebenen leuchtenden Körpers am Himmel auf der Oberfläche der Erde, oder welches einerlei ist, im Felde des Photometers, gleich ist dem Lichte der gegebenen Lampe oder des Lichts bei dem durch den Versuch gefundenen Abstände; oder man setze $a =$ der Dichtigkeit des Lichts dieser Lampe C an seinem Ursprunge, und $p =$ dessen Abstände in Zollen von dem Felde, wenn die Schatten, die zu diesem Lichte gehören, und derjenige, welcher dem gegebenen leuchtenden Körper am Himmel zukommt, gefunden werden, daß sie von gleichen Dichtigkeiten sind; dergleichen setze man $z =$

der

der Dichtigkeit der Strahlen des leuchtenden Körpers an der Oberfläche der Erde, so kann das Resultat des Versuchs also ausgedrückt werden, $2 = \frac{a}{p^2}$; oder wenn der wahre Werth von a vermöge eines eigenen Versuchs bestimmt worden, welcher besonders zu dieser Absicht mit der Normallampe gemacht worden, so kann dieser Werth dafür geschrieben werden. Wenn man von der Normallampe selbst Gebrauch macht, anstatt der Lampe C, so wird der Werth von a sein 1.

Ich bin in dieser Beschreibung von Instrumenten, die zu diesen Untersuchungen angewendet werden, bei dem Verfahren, wornach die Versuche geführt werden, und bei den Grundsätzen, worauf die von ihnen hergeleiteten Folgerungen sich gründen, ausführlicher gewesen, nicht nur weil der Gegenstand neu ist, und eine ganz besondere Anleitung in Rücksicht aller dieser Punkte schlechterdings nothwendig wird, um andere in den Stand zu setzen, mit Sicherheit von der Sache zu urtheilen, die einer solchen Untersuchung unterworfen wird, sondern auch weil ich besonders begierig war, alle Unterweisung und allen Beistand denjenigen zu gewähren, als in meinem Vermögen stand, welche geneigt sein dürften, diese sonderbaren und unterhaltenden Untersuchungen weiter fortzusetzen.

Da ich hoffe, daß diese Apologie hinreichend gehalten werden dürfte, die Weitläufigkeit meiner Beschreibung zu entschuldigen, so will ich nunmehr fortfahren, eine kurze Nachricht solcher Versuche mitzutheilen, als ich bisher Muße gefunden habe, mit diesem Apparate anzustellen.

Meine

Meine ersten Versuche giengen dahin aus, in wie fern es möglich sein dürfte, durch direkte Versuche die Gewißheit des angenommenen Gesetzes der Verminderung der Dichtigkeit des Lichts zu bestimmen, so wie es von leuchtenden Körpern ausgeht; nämlich, daß die Dichtigkeit des Lichts jederzeit sei, wie die Quadrate der Entfernungen von dem leuchtenden Körper umgekehrt. Diese Versuche schienen mir um desto notwendiger zu sein, als es vollkommen einleuchtend ist, daß dieses Gesetz nur statt finden kann, wenn das Licht in vollkommen durchsichtigen Räumen, die keinen Widerstand verursachen, fortgepflanzt wird, oder wo unter keiner vorhandenen Verminderung von dem Medium, dessen Dichtigkeit geschwächt wird, blos zufolge der Divergenz der Strahlen; und da es mehr als wahrscheinlich ist, daß die Luft, selbst in dem reinsten Zustande, weit entfernt ist, daß sie vollkommen durchsichtig sei.

Wegen größerer Deutlichkeit werde ich alle meine Versuche und Untersuchungen unter gewisse allgemeine Abschnitte bringen, und mit denjenigen den Anfang machen, welche auf den gegenwärtig zu untersuchenden Gegenstand Bezug haben, unter dem allgemeinen Titel:

Versuche über den Widerstand der Luft gegen das Licht.

Erster Versuch.

Zwei gleiche Wachslichter, gehörig gepuzt, und die man nach einem vorhergehenden Versuche gefunden, daß sie genau mit einerlei Grade von Helligkeit brennen,

ten, wurden auf einer Seite vor das Photometer zusammengestellt, und ihr vereinigtcs Licht mit dem Lichte einer Argand'schen Lampe, die gehörig gepuht worden, und gleichmäßig brannte, indem sie an der andern Seite erstern gegenüber gestellt worden, gleich gemacht. Die Lampe wurde in einer Entfernung von 100 Zoll von dem Felde des Photometers aufgestellt, und man fand, daß die zwei brennenden Lichter (welche so nahe als möglich zusammengesetzt worden, ohne daß jedoch ihre Flammen durch die durch sie erzeugten Ströme der Luft beunruhiget wurden) gerade vermögend waren, dem Lichte von der Lampe im Felde des Photometers das Gleichgewicht zu halten, wenn sie in einer Entfernung von 60, 8 Zoll von diesem Felde aufgesetzt wurden. Ein Licht davon wurde jetzt weggenommen und ausgelöscht, und das andre dem Felde des Instruments so weit näher gebracht, bis man fand, daß dessen Licht allein im Stande war, mit dem Lichte von der Lampe gleich zu sein, welches der Fall war, als es eine Entfernung von 43, 4 Zoll erhalten hatte.

Aus diesem Versuche, da die Lichter mit gleicher Helligkeit brannten, sieht man, daß die Dichtigkeiten ihrer vereinigten und einzelnen Lichter waren wie 2 zu 1, und in diesem Verhältnisse müssen auch, zufolge der angenommenen Theorie, die Quadrate der Entfernungen $60, 8$ und $43, 4$ sein, und so ist auch $60, 8^2 = 3696$, 64 zu $43, 4^2 = 1883, 56$ wie 2 zu 1 sehr nahe.

Ferner bei einem andern Versuche (No. 2.) waren die Entfernungen

mit

mit zwei Lichtern = 54 Zoll. Quadrat = 2916
 mit einem Lichte = 38,6 " — = 1489,96

Nach einem andern Versuche (No. 3.)

mit zwei Lichtern = 54,6 Zoll. Quadrat = 2981,16
 mit einem Lichte = 39,7 " — = 1576,09

Und bei einem vierten Versuche.

mit zwei Lichtern = 58,4 Zoll. Quadrat = 3410,56
 mit einem Lichte = 42,2 " — = 1780,84

Man nehme das Mittel der Resultate aus diesen vier Versuchen,

Quadrate der Entfernungen.

	Mit zwei Lichtern	Mit einem Lichte.
Bei dem Versuche No. 1.	3696,64	— 1883,56
No. 2.	2916,	— 1489,96
No. 3.	2981,16	— 1576,09
No. 4.	3410,56	— 1780,84
	4) 13004,36	— 4) 6736,45

Mittel 3251,09 und 1682,61

welches wieder beinahe ist wie 2 zu 1.

In Rücksicht dieser Versuche findet man, daß wäre der Widerstand der Luft gegen das Licht, oder die Verminderung des Lichts wegen der unvollkommenen Durchsichtigkeit der Luft, innerhalb den Gränzen unbedeutlicher Abstände merklich, unter denen die Lichter von dem Photometer aufgestellt würden, so müßte in diesem Falle die Entfernung der zwei vereinigten Lichter zu dem Abstände eines einzelnen derselben in einem geringern Verhältnisse sein als der Quadratwurzel von 2 zur Quadratwurzel von 1. Denn wenn die

2 4

Dich-

Dichtigkeit eines Lichts, welches von einem leuchtenden Körper ausgeht, in einem Raume frei von allem Widerstande, in dem Verhältnisse der Quadrate der Entfernungen vermindert wurde, so müßte es nothwendig in einem noch höhern Verhältnisse vermindert werden, wenn das Licht durch ein widerstehendes Medium geht, oder durch irgend eines, welches nicht vollkommen durchsichtig ist; von dem Unterschiede dieser Verhältnisse, nämlich demjenigen der Quadrate der Abstände, und demjenigen andern höhern Verhältnisse, wie es nach dem Versuche gefunden wird, dürfte denn der Widerstand des Medium berichtigt werden. Dieses habe ich mir sehr viele Mühe gegeben, in Rücksicht der Luft zu thun, allein es ist mir in diesen Bemühungen nicht gelungen, weil die Durchsichtigkeit der Luft so groß war, daß die Verminderung, welche das Licht erleidet, während dem es durch einige Zolle geht, oder selbst durch verschiedene Fuß, nicht merklich wird.

Nachdem ich durch wiederholte Versuche gefunden, daß das Licht einer Lampe, welche gehörig gepuzt worden, vorzüglich gleichförmiger ist, als dasjenige eines Wachslichts, dessen Locht, so wie es beständig länger wird, das Licht außerordentlich fackelnd macht, so nahm ich bei diesen Versuchen Lampen statt der Lichter, und machte dergleichen andre Veränderungen in der Art, sie zu behandeln, als ich es für schicklich fand, um zu einer Entdeckung des Widerstandes der Luft gegen das Licht zu gelangen, wenn es möglich wäre, diesen Widerstand innerhalb den bestimmten Gränzen meiner Vorrichtung merklich zu machen.

Nach.

Nachdem ich mich mit zwei Lampen versehen, die eine von Argand, die ich so einrichtete, daß sie mit dem größten möglichen Glanze brannte; die andre eine kleine gemeine Lampe mit einem einfachen, runden und schwachen Lichte, die, da sie mit einer sehr hellen, gleichförmigen Flamme und ohne merklichen Rauch brannte, blos ohngefähr den $\frac{1}{2}$ Theil so viel Licht gab, als die Argandsche Lampe; nachdem diese Lampen gegen einander über vor das Feld des Photometers gestellt worden, fand man ihr Licht gleich, wenn das schwächere in einer Entfernung von 20 Zoll von dem Mittelpunkte dieses Feldes gestellt war, das größere hingegen in einer Entfernung von 101 Zoll stand. Ich folgerte nunmehr, daß wenn das schwächere Licht bis zu einem Abstände von 40 Zoll weggerückt worden wäre, es nothwendig sein würde, um die Gleichförmigkeit des Lichts oder diejenige der Schatten in dem Felde des Photometers zu erhalten, daß das größere Licht bis zu einer Entfernung von 202 Zoll gesetzt werden müßte; d. i., wenn die Verminderung des Lichts, welche von der unvollkommenen Durchsichtigkeit der Luft entspringt, nicht innerhalb den Gränzen dieses Abstandes merkbar werden sollte. Allein wenn man im Gegentheil nach wiederholten Versuchen finden sollte, daß das Gleichgewicht wieder hergestellt wäre, wenn das stärkere Licht sie in einer Entfernung von weniger als 202 Zollen erreicht hätte, so dürfte ich daraus schließen, daß eine solche Wirkung sicher der unvollkommenen Durchsichtigkeit der Luft zugeschrieben werden dürfe: denn ohnerachtet, daß das Licht der schwächern Lampe in der Folge sowohl vermindert werden würde, als dasjenige der Stärkern, so ist doch offenbar, daß, da alle Ursache ist anzunehmen, daß die Verminderung, wie sie auch beschaffen sei,

Dem Abstände jederzeit verhältnißmäßig sein müsse, durch welchen das Licht in dem Medium geht, da die Vermehrung des Abstandes, durch welchen das Licht der schwächern Lampe geht, nicht mehr als 20 Zoll ist, indeß dasjenige der stärkern durch einen hinzugekommenen Abstand geht, der mehr als 100 Zoll beträgt, die Verminderung des Lichts der stärkern Lampe, welches von der unvollkommenen Durchsichtigkeit des Medium entsteht, größer sein müsse, als die Verminderung des Lichts der schwächern Lampe, welches von der nämlichen Ursache herkommt, und daß folglich die Wirkungen einer solchen Verminderung in dem Versuche sichtbar werden würden, wären sie in der That beträchtlich.

Die folgende Tafel wird die Resultate der Versuche zeigen, welche in der Absicht unternommen worden, dies näher zu bestimmen.

Versuche	Entfernung des kleinern Lichts.	Entfernung des größern Lichts.	Zweiter Ab- stand des ar- dern Lichts berechnet aus folgedes an- genommenen Gesetzes der Quadrate der Entfer- nungen	Unterschied zwischen dem Re- sultate des Ver- suchs und der Theorie.
		Zolle	Zolle	Zolle
No. 5.	Erster Abst.	20	Erst. Abst. 101	+ 1
	Zweit. Abst.	40	Zw. Abst. 203	
No. 6.	Erst. Abst.	20	Erst. Abst. 100, 2	— 2, 1
	Zw. Abst.	40	Zw. Abst. 198, 3	
No. 7.	Erst. Abst.	20	Erst. Abst. 100, 8	+ 0, 5
	Zw. Abst.	40	Zw. Abst. 202, 1	
No. 8.	Erst. Abst.	20	Erst. Abst. 101, 5	+ 1
	Zw. Abst.	40	Zw. Abst. 204	
No. 9.	Erst. Abst.	50	Erst. Abst. 100	— 2
	Zw. Abst.	100	Zw. Abst. 198	
No. 10.				

Versuche	Entfernung des kleinern Lichts.	Entfernung des größern Lichts.	Zweiter Ab- stand des groß- ern Lichts berechnet aus- folge des an- genommenen Gesetzes der Quadrate der Entfer- nungen.	Unter- schied zwischen dem Re- sultate des Ver- suchs und der Theorie.
	Zolle	Zolle	Zolle	Zolle
No. 10. {	Erst. Abst. 50	Erst. Abst. 95,5	191	+ 1,2
	Zw. Abst. 100	Zw. Abst. 192,2		
No. 11. {	Erst. Abst. 50	Erst. Abst. 95,1	190,2	+ 1
	Zw. Abst. 100	Zw. Abst. 191,2		
No. 12. {	Erst. Abst. 50	Erst. Abst. 96	192	+ 0,4
	Zw. Abst. 100	Zw. Abst. 192,4		

Bei den vier letztern Versuchen wurde, anstatt der kleinen oben beschriebenen Lampe, eine gemeine Argand'sche Lampe gebraucht, deren Licht blos so weit herausgezogen wurde, daß sie! ohngefähr den vierten Theil so viel Licht gab, als die andre Argand'sche Lampe, die mit dem größten Glanze brannte, und gegenüber aufgestellt war.

Damit nun bei Beurtheilung der Gleichförmigkeit der Schatten meine Seele ganz unbefangen von meinen Erwartungen wäre, oder irgend von Meinungen, die ich mir vorher in Rücksicht des wahrscheinlichen Erfolgs der verschiedenen Versuche gebildet, gab ich, so wie ich mein Auge immerfort auf das Feld des Photometers gerichtet hatte, und das Licht, dessen zugehöriger Schatten zu einer gleichförmigen Dichtigkeit mit dem Normalschatten gebracht werden sollte, rück- und vorwärts bewegen ließ, welches vermittelt einer Kurbel geschah, die ich beständig in meiner Hand hatte, einem Beigehülsen Nachricht, sobald als die Schatten mir vollkommen gleich zu sein schienen, zu beobachten, und den Abstand der Lampe oder des Lichts

Nichts stillschweigend aufzuzeichnen, so daß ich diesen Abstand selbst nicht wußte, bis der Versuch beendigt worden, und bis es zu spät war, einen Versuch zu machen, irgend angenommene Fehler meiner Augen nach meinen Wünschen oder nach meinen Erwartungen zu verbessern, wäre ich ja schwach genug gewesen, einen Wunsch bei einer Sache dieser Art zu thun. Ich weiß nicht, ob irgend eine Vorliebe, die ich in Rücksicht irgend einer günstigen Theorie gehabt haben dürfte, im Stande gewesen wäre, so stark auf meine Seele zu wirken, und auf meine Sinne, daß mir schwarz und weiß anders vorgekommen, als es in der That ist; allein dies weiß ich, daß ich sehr erfreut war, Mittel aufzufinden, diese Versuchung zu vermeiden.

Was nun aber die vorhergehenden Versuche betrifft, so zeigen die Resultate derselben, so weit als sie Mittel verschaffen, den Widerstand der Luft gegen das Licht zu berichtigen, eben keinen Widerstand an; hingegen dürfte beinahe von einigen derselben gefolgert werden, daß die Dichtigkeit des Lichts, so wie es von einem leuchtenden Körper ausgeht, in der Luft in einem geringern Verhältnisse vermindert wird, als dasjenige der Quadrate der Entfernungen ist; allein da eine solche Folgerung eine offenbare Thorheit sein würde, nämlich, daß während dem sich das Licht in der Luft bewegte, dessen absolute Größe, anstatt vermindert zu werden, wirklich zu wachsen anfängt, so kann diese Folgerung auf keine Art statt finden.

Außer den bereits erwähnten Versuchen unternahm ich eine große Menge andere, die diesen ähnlich waren, und in der nämlichen Absicht geschahen; allein
da

da ihre Resultate sämmtlich beinahe die nämlichen waren, so habe ich es der Mühe nicht werth gehalten, meinen Brief zu verlängern, und eine besondre Herzerzählung derselben beizufügen. Ueberhaupt kamen sie alle darin überein, um zu zeigen, daß der Widerstand der Luft gegen das Licht zu unbeträchtlich sei, um merkbar zu werden; und daß das angenommene Gesetz der Verminderung der Dichtigkeit des Lichts vollkommen richtig sei.

Daß die Durchsichtigkeit der Luft in ihrem reinsten Zustande sehr groß sei, ist zufolge sehr beträchtlicher Entfernungen offenbar, unter denen Gegenstände, und selbst solche, die nur sehr schwach erleuchtet sind, sichtbar werden; auch wunderte ich mich keineswegs, daß dessen Mangel an Durchsichtigkeit in dem kleinen Abstände nicht merkbar gemacht werden könnte, worauf meine Versuche sich nothwendiger Weise begränzten: indessen glaube ich doch, daß Mittel aufgefunden werden können, um ihren Widerstand gegen das Licht sichtbar, und diesen Widerstand selbst bis zu einem gewissen Grade der Genauigkeit meßbar zu machen.

Eine genaue Bestimmung der relativen Dichtigkeiten des Lichts der Sonne oder des Mondes unter verschiedenen Höhen über dem Horizont, oder von dem Gipfel und dem Fuße eines hohen Gebirges bei sehr heiterm Wetter, würde wahrscheinlich zu einer Entdeckung von dem wahren Betrage des Widerstandes der Luft gegen das Licht führen.

W o n

Von dem Verluste des Lichts bei dessen
Durchgange durch Platten von ver-
schiedener Art von Glase.

Bei diesen Versuchen verfuhr ich auf folgende Art. Nachdem ich mich mit zwei gleichen Argandschen Lampen A und B versehen, die gehörig gepuzt worden, und sehr helle und rein brannten, wurden sie gegen einander über vor das Photometer gestellt, jede in einer Entfernung von 100 Zoll von dem Felde des Instruments, und das Licht von B wurde dahin gebracht, daß es von einerlei Dichtigkeit wie dasjenige von A war, oder bis die Schatten von einerlei Dichtigkeit waren, welches dadurch geschah, daß der Docht der Lampe B verlängert oder verkürzt wurde, so wie der Fall es nöthig machte. Nachdem dies geschehen, und nunmehr die zwei Lampen genau mit einerlei Grade von Glanze brannten, so wurde ein Stück feines, helles, durchsichtiges, vollkommen polirtes Glas, dergleichen man sich insgemein zu Verfertigung der Spiegel bedient, von 6 Zoll im Quadrat, und senkrecht auf ein Gestelle in einen kleinen Rahmen gestellt, vor die Lampe B unter einer Entfernung von ohngefähr vier Fuß davon, und in einer solchen Lage gesetzt, daß das Licht davon genöthiget ward, senkrecht mitten durch zu gehen, um auf das Feld des Photometers zu fallen. Die Folge davon war, daß da das Licht der Lampe B in seinem Durchgange durch das Glas vermindert und geschwächt wurde, die Beleuchtungen der Schatten in dem Felde des Photometers nicht länger gleichförmig waren. Der Schatten, welcher zur Lampe A gehörte, ward jezt vermöge des Lichts von der Lampe B weniger erleuchtet, als der Schatten, welcher zur

Lampe B gehörte, von dem unverminderten Lichte der Lampe A erleuchtet ward.

Um genau den wahren Betrag dieser Verminderung des Lichts von der Lampe B zu bestimmen, (welches der Hauptgegenstand des Versuchs war) war nichts mehr erforderlich, als diese Lampe dem Photometer näher zu bringen, bis dessen Licht, so wie es durch das Glas gieng, mit dem geraden Lichte der Lampe A gleich wäre; oder mit andern Worten, bis die Gleichförmigkeit der Schatten wieder hergestellt wäre; dies geschah denn auch wirklich, als die Lampe B von 100 Zoll auf eine Entfernung von 90,2 Zoll von dem Felde des Photometers gebracht worden war.

Da nun gezeigt worden ist, daß die Dichtigkeiten der Lichter sind wie die Quadrate ihrer Entfernungen von dem Felde des Photometers, so ist offenbar, wenn die Erleuchtungen an diesem Felde gleich sind, daß das Licht der Lampe B bei diesem Versuche in seinem Durchgange durch das Stück Glas in dem Verhältnisse 100 zu $90,2^2$, oder wie 1 zu 8136 vermindert ward, so daß nicht mehr, als, 8136 Theile des Lichts, welche gegen das Glas fielen, ihren Weg dadurch fanden, die andern, 1864 Theile wurden zerstreut und giengen verlohren,

Um mich selbst zu versichern, daß die Lampen noch fortführen, die nämliche relative Menge von Licht zu geben, wie zu Anfange des Versuchs, nahm ich jetzt das Stück Glas weg, und fand, daß die Gleichförmigkeit der Schatten wieder hergestellt ward, wenn die

die Lampe B in ihre vorige Stelle kam, nämlich 100 Zoll von dem Felde des Photometers.

Diesen Versuch wiederholte ich nicht weniger als zehnmal, und fand den Verlust des Lichts in seinem Durchgange durch dieses Stük Glas aus einem Mittel aller Versuche, daß er 1973 Theile der ganzen Menge betrug, die darauf fiel; die Veränderungen und Abweichungen in den Resultaten der verschiedenen Versuche betrugen von 1720 bis 2108.

In vier Versuchen mit einem andern Stükke von der nämlichen Art von Glas war der Verlust des Lichts, 1836; 1732; 2056 und, 1853; das Mittel 1869.

Als die zwei Stükken dieses Glases vor die Lampe B zu gleicher Zeit gesetzt wurden, allein ohne einander zu berühren, und man ließ das Licht durch sie beide zugleich gehen, so war der Verlust des Lichts in vier verschiedenen Versuchen, 3089; 3259; 3209 und, 3180; das Mittel, 3184.

Mit einem andern Stük Glas von der nämlichen Art, allein etwas schwächer, war der mittlere Verlust des Lichts in vier Versuchen, 1813.

Mit einem sehr schwachen, reinen, hellen, weißen oder ungefärbten Fensterscheibenglase, das nicht geschliffen war, war der Verlust des Lichts bey vier Versuchen, 1324; 1218; 1213 und, 1297; das Mittel, 1263. Als der Versuch mit dem nämlichen Stük Glas gemacht wurde, nachdem es etwas wenigens angelaufen war, so war der Verlust des Lichts mehr als doppelt so stark.

Dieser Apparat dürfte sehr nuzbar von Optikern angewendet werden, um den Grad der Durchsichtigkeit des Glases zu bestimmen, welches sie anwenden wollen,
um

um solchergestalt eine gehörige Auswahl dieses wichtigen Artikels bey ähnlichen Bearbeitungen zu treffen.

Bei Anstellung dieser Versuche kann ein großer Theil der Mühe sehr gut gespart werden, denn es ist eben nicht erforderlich, daß man die beiden Lampen A und B nothwendig dahin zu bringen hat, daß sie mit einerlei Grade von Glanz brennen; alles was nothwendig erforderlich ist, ist, daß man die Schatten dahin zu bringen sucht, daß sie von einerlei Dichtigkeit mit und ohne dem Glase sind, und daß man die Entfernung der Lampe B in jedem Falle bemerke, (die Lampe A bleibt während dem unbeweglich an ihrem Orte;) denn die relative Menge des verlohrnen Lichts wird jederzeit genau vermöge dem Verhältnisse der Quadrate dieser Distanzen gezeigt, wie auch der relative Glanz beschaffen sein dürfte, womit die zwei Lampen brennen. Der Versuch ist aber um so mehr auffallend, und die Folgerungen, die daraus gezogen werden, um so einleuchtender, wenn man die Lampen mit gleichem Glanze brennen läßt; außerdem ist jedoch diese Gleichförmigkeit von keinem wesentlichen Vortheile.

Von dem Verluste des Lichts bei seiner Reflexion von der Oberfläche eines flachen Spiegelglases.

Bei diesen Versuchen war das Verfahren demjenigen sehr ähnlich, wie bei den erwähnten. Die Lampen A und B, welche mit einer hellen, lichten und stillen Flamme brannten, wurden vor das Feld des Photometers gestellt, und die eine derselben erhielt eine Bewegung vor- und rückwärts, bis die Erleuchtungen
 3 der

der Schatten in dem Felde des Instruments genau gleichförmig gefunden wurden. Als sodann der Abstand der Lampe B aufgezeichnet worden war, so wurde diese Lampe zurück gesetzt, und ein Spiegel an deren Stelle aufgerichtet, jedoch näher dem Felde des Photometers, und die Lampe wurde so gestellt, daß ihre Strahlen, so wie sie auf den Mittelpunkt des Spiegels fielen, gegen das Feld des Photometers reflektirt wurden, wo, indem man die Lampe näher zum Spiegel brachte, oder sie weiter davon entfernte, die Erleuchtung des Feldes vermöge dieser reflektirten Strahlen nunmehr dahin gebracht wurde, daß sie mit der Erleuchtung der Normallampe gleich waren, worauf denn die Entfernung der Lampe von dem Mittelpunkte des Spiegels, und die Entfernung von hier bis zum Mittelpunkte des Feldes sorgfältig gemessen und aufgezeichnet wurde. Diese zwei Entfernungen zusammen addirt gaben die wahre Entfernung, durch welche die Strahlen giengen, um zum Felde des Photometers zu gelangen.

Da nun hier jederzeit ein Verlust des Lichts bei der Reflektion statt findet, so ist offenbar, daß die reflektirten Strahlen zu dem Felde des Photometers geschwächt kommen müssen, und daß, um dieses Feld vermittlest dieser reflektirten Strahlen so stark zu erleuchten, als es vermöge der geraden Strahlen der nämlichen Lampe erleuchtet wurde, mußte die Lampe dem Felde näher gebracht werden. Gleichfalls sieht man zufolge dem, was bereits erwähnt worden ist, daß das Verhältniß der Quadrate dieser Entfernungen der Lampe, wenn ihre Strahlen gerade vor sich hin gehen, und wenn sie anlangen, nachdem sie reflektirt worden sind, gefunden werden, um das Feld des Photometers gleichförmig zu erleuchten, ein genaues Maß des Verlusts des Lichts bei der Reflektion sein werde.

Fol.

Folgende Tafel wird die Resultate von fünf Versuchen mit einem schwachen, aber ganz vortreflichen gläsernen Spiegel zeigen, welcher von Herrn Ramsden ist gemacht worden. Diesen Spiegel, welcher einen Theil eines optischen Instruments ausmacht, ließ ich in London ohngefähr seit zwölf Jahren machen; er ist 7 Zoll lang, und $5\frac{1}{2}$ Zoll breit, und ich halte ihn als einen so vollkommenen Spiegel, als irgend ein Glaspiegel von dieser Größe ist versertiget worden.

Um diese Vergleichung der Resultate der Versuche zu erleichtern, wurde die Lampe B zu Anfange eines jeden Versuchs (wenn die Dichtigkeit ihrer geraden Strahlen mit der Dichtigkeit der Normallampe verglichen wurde) in der Entfernung von 100 Zoll gesetzt, und die Normallampe wurde gelegentlich gestellt, um die Gleichförmigkeit der Schatten zu erhalten.

Versuche	Winkel des Einfaßs.	Entfernung des Mittelpunkts des Spiegels vom Mittelpunkte des Geldes.	Entfernung der Lampe vom Mittelpunkte des Spiegels.	Wahre Entfernung der Lampe, oder Länge der reflectirten Strahlen.	Verlust d. Lichts bei der Reflexion.
		Zolle.	Zolle.	Zolle.	Theile.
1.	60°	40	40,8	80,8	,3472
2.	85°	—	41,	81,	,3439
3.	45°	—	41,5	81,5	,3358
4.	60°	—	39,5	79,5	,3680
5.	70°	—	40,5	80,5	,3520

Das Mittel aus diesen fünf Versuchen giebt für den Verlust des Lichts ,3494; und daraus sieht man, daß mehr als der dritte Theil des Lichts, welches auf den besten Glaspiegel fällt, der nur gefunden werden kann, bei der Reflexion verlohren geht.

Der Verlust mit Spiegeln von gleichgültiger Beschaffenheit ist noch beträchtlicher. Bei einem sehr schlechten gewöhnlichen Spiegel schien der Verlust bei einem Versuche 4816 Theile zu sein; und bei einem andern Spiegel war er 4548 Theile in dem einen, und 4430 in einem andern Versuche. Ich würde gewiß einen Versuch angestellt haben, den Verlust des Lichts bei dessen Reflexion von der Oberfläche eines flachen Metallspiegels zu bestimmen, allein ich hatte keinen solchen Spiegel bei der Hand.

Der Unterschied der Winkel des Einfalls an der Oberfläche des Spiegels innerhalb den erwähnten Gränzen, nämlich von 45° bis 85° schien nicht in irgend einem merklichen Grade die Resultate der Versuche zu stören. Auch fand ich nach meinem Versuche, daß die durch den Unterschied der Winkel erzeugte Wirkung, unter denen das Licht gegen eine Platte von durchsichtigem Glase geworfen wird, wodurch es geht, innerhalb den Gränzen von 40° oder 50° von der senkrechten Linie, nur sehr geringe ist.

Von der relativen Menge des verbrauchten Oels und des erhaltenen Lichts vermöge einer Argandschen Lampe, und einer Lampe von gewöhnlicher Bauart mit einem Bandochte.

Der Glanz der Argandschen Lampe hat nicht nur seines gleichen nicht, sondern die Erfindung ist auch in dem höchsten Grade sinnreich, und das Instrument zu vielen Absichten sehr nutzbar; allein um über ihren wahren Werth als ein Illuminator zu urtheilen, war es erforderlich zu wissen, ob sie in Verhältniß des verbrauchten Oels mehr Licht giebt als eine andre Lampe. Diesen Punkt bestimmte ich auf folgende Art:

Nach-

Nachdem ich eine Argandsche Lampe, die gehörig gepuzt war, und mit ihrem größten Glanze brannte, vor mein Photometer, und ihr gegenüber eine sehr gute gebräuchliche Lampe mit einem Bandochte ohngefähr einen Zoll breit gestellt hatte, welche gleichfalls mit einer hellen und lichten Flamme brannte, und ohne daß der geringste Anschein von Rauch zu sehen war, so fand ich, daß die Dichtigkeiten des Lichts von den zwei Lampen gegen einander waren, wie 17956 zu 9063; wenn die Dichtigkeiten der Schatten gleich waren, als die Argandsche Lampe in einer Entfernung von 134 Zoll stand, so ward die gewöhnliche Lampe in einer Entfernung von 95,2 Zoll von dem Felde des Photometers gesetzt.

Beide Lampen wurden sehr genau gewogen, nachdem sie angezündet worden, und ich ließ sie (ohne sie von ihren Stellen vor dem Photometer zu verrücken) mit dem nämlichen Glanze genau 30 Minuten brennen; nachdem sie ausgelöscht und wieder gewogen worden, fand ich, daß der Verlust des Oels bei der Argandschen Lampe $\frac{253}{8192}$, und bei der gewöhnlichen Lampe $\frac{163}{8192}$ eines Bayerischen Pfundes betrug.

Da nun die Menge des Lichts von der Argandschen Lampe bei diesem Versuche zur Menge des Lichts von der gebräuchlichen Lampe ist wie 17956 zu 9063, oder wie 187 zu 100, während dem die Menge des verbrauchten Oels bei ersterer zu derjenigen bei der letztern blos in einem Verhältnisse wie 253 zu 163, oder wie 155 zu 100 steht, so ist offenbar, daß die Menge des Lichts, was vermöge der Verbrennung einer gegebenen Menge Oels in einer Argandschen Lampe erzeugt wird, größer ist, als diejenige, welche durch das Verbrennen der nämlichen Menge in einer gewöhnlichen Lampe erzeugt wird, in dem Verhältnisse von 187 zu 155, oder wie 100 zu 85 ist.

Das Ersparen des Oels also, welches von dem Gebrauche einer Argandschen Lampe anstatt einer gewöhnlichen Lampe zu Hervorbringung des Lichts entsteht, ist offenbar; und es scheint nach diesem Versuche, daß dieses Ersparen nicht weniger als 15 pro Cent betragen kann. In wie weit der Vortheil dieses Ersparens unter gewissen Umständen vermöge Unbequemlichkeiten, welche die Anwendung dieser verbesserten Lampe verhindern können, außer Gleichgewichte gesetzt werden kann, will ich hier nicht behaupten zu bestimmen.

Von der relativen Menge des Lichts vermöge einer Argandschen Lampe, und eines gewöhnlichen Wachslichtes.

Ich habe eine beträchtliche Anzahl von Versuchen angestellt, um diesen Punkt zu bestimmen, deren allgemeines Resultat ist, daß eine gewöhnliche Argandsche Lampe, die mit ihrer eigenen Helligkeit brennt, ohngefähr so viel Licht giebt, als neun gute Wachslichter; allein die Größe und die Eigenschaften solcher Lichter sind so verschieden, und das von einerlei Lichte erzeugte Licht ist so schwankend, daß es sehr schwer ist, mit irgend einer Art von Gewißheit zu bestimmen, welches ein gewöhnliches Wachslicht ist, und wie viel Licht es eigentlich geben muß. Einmal fand ich, daß meine Argandsche Lampe, wenn sie mit ihrem größten Glanze brannte, zwölfmal so viel Licht gab, als ein gutes Wachslicht, $\frac{3}{4}$ eines Zolls im Durchmesser, aber niemals mehr.

Von den Schwankungen des Lichts von Wachslichtern.

Um zu bestimmen, was die gewöhnlichen Abweichungen in der Menge des Lichts, wie es von einem gemei-

meinen Wachslichte erhalten wird, betragen dürfen; nahm ich ein solches Licht, zündete es an, setzte es vor das Photometer, und einer Argandschen Lampe gegenüber, welche mit einer sehr steten Flamme brannte; indem ich nunmehr die Dichtigkeit des Lichts maß, welches das Wachslicht von Zeit zu Zeit während dem Zeitraume einer Stunde gab, indeß das Licht, so oft als es erforderlich war, gepuzt wurde, so fand ich, daß es eine Abweichung von 100 bis ohngefähr 60 erlitt. Das Licht eines Wachslichts von geringerer Eigenschaft fand ich noch ungleichförmiger, indessen war dies nur eine sehr geringe Kleinigkeit, wenn es mit den Ungleichförmigkeiten eines Talglichts verglichen wurde.

Ein gewöhnliches Talglicht von geringem Gehalte gab, wenn es eben gepuzt ward, und mit seinem größten Glanze brannte, ein Licht von 100; innerhalb 11 Minuten war es nur noch 39; nach 8 Minuten hatte es noch mehr verlohren, und sein Licht war auf 23 zurückgesetzt worden: und in 10 Minuten noch mehr, oder vielmehr in 29 Minuten, nachdem es zuletzt war gepuzt worden, war sein Licht nur noch 16. Nachdem es nachher wieder gepuzt worden, erholte es sich bis zu seinem vorigen Glanze 100.

Von den relativen Eigenschaften des Bienenwachses, Talgs, Olivenöls, Rübsenöls und Leinöls, dergleichen zu Erzeugung des Lichts angewendet wird.

Um die relativen Eigenschaften des Bienenwachses und des Olivenöls zu berichtigen, welches zu Erzeugung des Lichts angewendet wird, versuhr ich auf folgende Art: Nachdem ich mich mit einem Stücke eines Wachslichts von der besten Eigenschaft, 68 eines Zolls im Durchmesser, und ohngefähr vier Zoll lang, und

mit einer Lampe mit fünf schwachen Töchtern versehen, die ich nach Versuchen gefunden, daß sie einerlei Menge Licht, wie das Wachslight gab, wog ich sehr genau das Wachslight, und füllte die Lampe mit Del, worauf ich sie in gleichen Entfernungen (40 Zoll) vor das Feld des Photometers setzte, und zündete sie beide zu gleicher Zeit an; nachdem ich sie nunmehr mit genau einerlei Grade von Helle eine volle Stunde lang hatte brennen lassen, so löschte ich sie beide aus, und wog sie zum zweitenmale, wo ich dann fand, daß 100 Theile Wachs, und 129 Theile Del verzehrt worden waren.

Man sieht hieraus, daß der Verbrauch des Bienenwachses zum Verbrache des Olivenöls bei Erzeugung von einerlei Menge Licht ist wie 100 zu 129.

Bei diesem Versuche wurde kein Umstand vernachlässiget, welcher dahin abzielen konnte, aus dem Resultate Folgerungen herzuleiten. Man trug Sorge, das Wachslight sehr öfters mit einer scharfen Wachssehere zu puzzen, damit es beständig mit einerlei Grade von Glanz brannte; und das Licht der Lampe ward während der ganzen Zeit mit dem Lichte von dem Wachslighte genau gleichförmig unterhalten, welches dadurch geschehen konnte, daß man gelegentlich mehr oder weniger eins oder mehrere von den fünf gleichen Töchtern herauszog. Diese Töchte, welche in einer geraden Linie senkrecht mit der Linie, gezogen von dem mittlern Töchte zur Mitte des Feldes des Photometers, gestellt waren, betrugen ohngefähr jeder den zehnten Theil eines Zolls im Durchmesser, und standen um den vierten Theil eines Zolls von einander, und als sie angezündet worden, vereinigten sich ihre Flammen in eine breite, schwache und sehr helle weiße Flamme, ohne dem geringsten Anscheine von Rauch.

Um

Um den relativen Verbrauch des Olivenöls und des Rübsenöls zu Erzeugung des Lichts zu wissen, bediente ich mich zweier Lampen, die der oben beschriebenen ähnlich waren; da der Versuch mit aller möglichen Sorgfalt angestellt wurde, schien der Verbrauch des Olivenöls zu demjenigen des Rübsenöls bei Erzeugung von einerlei Menge Licht, wie 129 zu 125.

Als der Versuch nachher nochmals mit Olivenöl und mit sehr reinem Leinöl wiederholt wurde, so stand der Verbrauch des Olivenöls zu demjenigen des Leinöls in dem Verhältnisse wie 129 zu 120.

Der Versuch mit Olivenöl und mit einem Talglichte wurde zweimal gemacht; einmal wo das Licht durch öfteres Puzzen dahin gebracht wurde, daß es beständig mit der größten Helle fortbrannte, und einmal, als man es die ganze Zeit über mit einem sehr düstern Lichte fortbrennen ließ, wo es nicht gepuzt ward, und wo denn die Resultate dieser Versuche sehr merkwürdig waren.

Wenn das Licht mit einer hellen lichten Flamme brannte, so war der Verbrauch des Olivenöls zum Verbrauch des Talgs wie 129 zu 101; allein wenn das Licht düstern brannte, so war der Verbrauch des Olivenöls zum Verbräuche des Talgs wie 129 zu 229. Es schien daher vermöge dieses letztern Versuchs, daß das Talg, anstatt bei dessen Verbrennen eben so gut Licht zu erzeugen als Bienenwachs, als es zu sein schien, wenn das Licht immerfort gehörig gepuzt wurde, jetzt, wenn man das Licht düstern fortbrennen ließ, bei weiten geringer war als Del.

Allein dies ist nicht alles; noch sonderbarer und auffallender ist, daß das nämliche Licht, wenn es mit einem langen Zochte und einem düstern Lichte brannte, wirklich mehr Talg verzehrte, als wenn, so wie es gehörig gepuzt wurde, es mit einer hellen lichten Flamme brannte, und beinahe dreimal so viel Licht gab.

Um im Stande zu sein von der relativen Menge des Lichts zu urtheilen, welches vermöge des Lichts in den zwei Versuchen wirklich erhalten wurde, wird es hinreichend sein zu wissen, daß um dieses Licht im Felde des Photometers gleichförmig zu erhalten, beim erstern Versuche der Verbrauch von 141 Theilen, beim letztern aber bloß ein Verbrauch von 64 Theilen Olivenöls erforderlich war. Allein bei dem erstern Versuche waren 110 Theile, und beim letztern 114 Theile Talg notwendig. Dieser Theile waren 8192 Theile eines Bayerschen Pfundes.

Zufolge der Resultate aller vorhergehenden Versuche sieht man, daß der relative Verbrauch der erwähnten brennbaren Substanzen zu Erzeugung des Lichts folgender ist:

		Gleiche Theile des Gewicht.
Bienen- wachs.	Ein gutes Wachelicht, gehörig geputzt erhalten, und welches mit einer hellen lichten Flamme brannte	100
Talg.	Ein gutes Talglicht, gehörig ge- putzt erhalten, und bei heller Flamme	101
	Das nämliche Talglicht, wenn es wegen Mangel des Puzzens dü- ster brannte	229
Olivenöl.	In einer Argandschen Lampe	110
	In einer gewöhnlichen Lampe mit einer reinen hellen Flamme ohne Rauch	129
Rübsenöl.	Auf gleiche Art	125
Leinöl.	Auf die nämliche Art	120

Es würde mir sehr lieb gewesen sein, wenn ich den Versuch mit Wallfischöl hätte machen können, allein
es

es war in der Gegend, wo ich wohne, keines zu erhalten.

Nach der vorhergehenden Tafel, und den jeweiligen Preisen der darin erwähnten Artikel können die relativen Preise des vermöge dieser verschiedenen Materialien erhaltenen Lichts sehr leicht berechnet werden.

Das Licht von einem Wachslichte z. B. kostet neunmal mehr zu Munich, als das nämliche Licht, wie es in gleicher Stärke von Rübsenöl in einer Argand'schen Lampe erhalten wird.

Von der Durchsichtigkeit der Flamme.

Um die Durchsichtigkeit der Flamme, oder das Maß des Widerstandes zu kennen, welcher sich dem Durchgange des fremdartigen Lichts durch dieselbe widersezt, stellte ich vor das Photometer, der Normal-lampe gegenüber, zwei gehörig gepuzte brennende Wachslichter; als ich sie zuweilen seitwärts derselben, zuweilen in gerader Linie hinter einander, nahe an einander sezte, so fand ich, daß wenn ihre Entfernungen von dem Felde des Photometers einerlei waren, die Dichtigkeit der Beleuchtung allem Ansehen nach einerlei war, ob das Licht des einen durch die Flamme des andern gieng oder nicht. Eben dies war unter einer sehr geringen Abweichung der Fall, wenn ich mich bei dem Versuche dreier, und selbst vier Lichter statt zweier bediente.

Auch ließ ich eine Lampe mit neun runden Töchtern verfertigen, die in einer horizontalen Lage standen, und nur genau so weit von einander, um zu verhindern, daß ihre Flammen sich nicht mit einander verbinden konnten. Bei Wiederholung des Versuchs mit dieser Lampe fand ich, daß das Resultat beinahe ganz das nämliche war, wie von den Lichtern, die Dichtigkeit der Erleuchtung am Felde des Photometers war beinahe die nämliche,
ob

ob diese neun Lichter so standen, daß sie einander deckten, oder ob sie durch einander giengen, oder nicht.

Indessen fand ich nachher Mittel, die sehr große Durchsichtigkeit der Flamme vermöge eines noch einfachern Versuchs zu beweisen. Da ich voraussetzte, daß die einzige Ursache, warum Körper durch eine lebhaftes Flamme nicht sichtbar sind, sei, daß das Licht der Flamme das Auge auf eine solche Art blende, daß es für das dadurch erhaltene Licht, oder was von den Gegenständen hinter demselben reflektirt wird, unmerkbar wird, so sahe ich denn wohl, daß ein sehr starkes Licht nicht nur durch eine schwache Flamme sichtbar werden würde, sondern auch, (da alle durchsichtige Körper unsichtbar sind) daß es vielleicht verursachen könnte, daß die Flamme ganz verschwände; um dieses zu bestimmen, nahm ich Mittags ein angezündetes Licht, als die Sonne mäßig helle schien, und hielt es zwischen mein Auge und die Sonne, wo ich denn fand, daß die Flamme des Lichts ganz verschwand. Es war nicht eben erforderlich, um die Flamme unsichtbar zu machen, sie genau zwischen das Auge und den Sonnenkörper zu halten, sondern es war zu dieser Absicht hinreichend, sie nahe gegen dieselbe zu bringen, wo das Licht sehr stark war: selbst in einer Lage, wo das Licht nicht so stark war, daß es das Auge so blendete, um das Wachslight und den Docht deutlich zu sehen, war nicht die geringste Flamme zu sehen, ob schon das Licht während dem in der That vollkommen helle brannte.

Münich,

den 1. März. 1793.

Ich bin ic.

VI.

VI.

Beschreibung einiger Versuche über gefärbte
Schatten,

von

General-Lieutenant Sir Benjamin Thompson, Graf
von Rumford. F. R. S. In einem Briefe an Sir
Joseph Banks, Bart. P. R. S.

Philos. Transact. 1794. Part. I.

Mein Herr.

Seit meinem letztern Schreiben, wo ich im Verfolge meiner Versuche über das Licht beschäftigt gewesen bin, traf ich auf einen besonders schönen, welcher mir zugleich ganz neu zu sein schien. Begierig die Dichtigkeit des Lichts des heitern Himmels am Tage mit einem gewöhnlichen Wachslichte zu vergleichen, machte ich mein Zimmer finster, und als ich das Tageslicht von Nord durch eine Oefnung nahe oberhalb des Fensterladens unter einem Winkel von ohngefähr 70° auf ein Blatt sehr feines weißes Papier einfallen ließ, stellte ich ein brennendes Wachslicht in eine solche Lage, daß dessen Strahlen auf das nämliche Papier fielen,

fielen, und, wie ich urtheilen konnte, so nahe als möglich in der Linie der Reflektion der Strahlen des Tagelichts von außen her; als ich einen hölzernen Zylinder ohngefähr einen halben Zoll im Durchmesser vor den Mittelpunkt des Papiers, und in einer Entfernung von ohngefähr zwei Zoll von dessen Oberfläche hielt, war ich sehr erstaunt zu finden, daß die zwei von dem Zylinder auf das Papier geworfenen Schatten, anstatt ganz Schatten ohne Farbe zu sein, wie ich vermuthet hatte, einer derselben, welcher zu dem Strahle des Tagelichts gehörte, und durch das Wachslight erleuchtet wurde, gelb war; indeß der andre, welcher zu dem Lichte vom Wachslight gehörte, und folglich durch das Himmelslicht erleuchtet wurde, von dem schönsten Blau war, welches man sich nur vorstellen kann. Dieses Ansehen, welches nicht nur unerwartet, sondern auch in der That an sich selbst in dem höchsten Grade auffallend und schön war, fand ich nach wiederholten Versuchen, und nach verschiedener Abänderung des Versuchs, als ich nur zu thun im Stande war, vollkommen ausdauernd, daß es schlechterding unmöglich ist, zwei Schatten zu gleicher Zeit von einerlei Körper zu erhalten, deren einer dem Strahle des Tagelichts, und der andre dem Lichte von einer Lampe oder Wachslight entspräche, ohne daß nicht diese Schatten gefärbt sein sollten, der eine gelb, der andre blau.

Der Versuch kann zu jeder Zeit des Tages, und beinahe an jedem Orte, und selbst von einer Person angestellt werden, die nicht im geringsten mit Experimentaluntersuchungen bekannt ist. Nichts ist weiter zu dieser Absicht erforderlich, als ein brennendes Licht in ein verfinstertes Zimmer bei Tage zu nehmen, und einen Fensterladen ein wenig zu öffnen, z. B. die

die Hälfte oder drei Vierttheile eines Zolls; wird das Licht auf eine Tafel oder sonst wohin gesetzt, oder man giebt es einem Beigehülfsen zu halten, und in einer solchen Lage, daß die Strahlen von dem Lichte diejenigen von dem Tagelichte von außenher unter einem Winkel von ohngefähr 40° an der Oberfläche eines Blatts weißen Papiers treffen können, welches in der erforderlichen Lage gehalten wird, um sie aufzunehmen, so wird irgend ein fester dunkler Körper, ein Zylinder, oder selbst ein Finger, wenn er vor das Papier gehalten wird, ohngefähr in einer Entfernung von zwei oder drei Zoll, zwei Schatten auf dem Papiere entwerfen, den einen blau, den andern gelb.

Wenn das Licht dem Papiere näher gebracht wird, so wird der blaue Schatten von tieferm Ansehen werden, und der gelbe Schatten wird allmählich blässer; allein wird es weiter davon entfernt, so wird der gelbe Schatten eine tiefere Farbe erhalten, und der blaue Schatten wird blässer werden; bleibt das Licht an einerlei Orte stehen, so können die nämlichen Abänderungen in der Stärke der Tinten der gefärbten Schatten blos dadurch zuwege gebracht werden, indem man den Fensterladen mehr oder weniger öfnet und schließt, und dadurch die Erleuchtung des Papiers durch das Licht von außenher stärker oder schwächer macht. Durch dergleichen Mittel kann man die gefärbten Schatten durch alle Stufen des Schattens, von den tiefsten zum lichtesten und umgekehrt gehen lassen; wo es nicht wenig unterhaltend ist, Schatten zu sehen, die mit allem dem Glanze der reinsten und dichtesten prismatischen Farben glühen, und sodann plötzlich durch alle Abweichungen des Schattens gehen, indeß sie überall die vollkommenste Reinheit der Tinte behalten, und stärker oder blässer werden, und
so

so auch nach Verlangen verschwinden, und wieder zum Vorschein kommen.

In Rücksicht der Ursachen der Farben solcher Schatten ist kein Zweifel, daß sie nicht von den verschiedenen Eigenschaften des Lichts entstehen sollten, durch welches sie erleuchtet werden; allein auf welche Art sie erzeugt werden, ist mir noch keineswegs deutlich genug. Daß der Schatten, der dem Strahl des Tageslichts zugehört, und vermöge des gelben Lichts eines Wachslichts erleuchtet wird, von gelber Farbe sei, ist eben nicht zu verwundern; allein warum ist der Schatten, der zum Lichte des Wachslichts gehört, und der von keinem andern Lichte erleuchtet wird, als offenbar von dem weißen Lichte des Himmels, blau? Ich glaubte anfangs, daß er von dem Blau des Himmels entstehen dürfte; allein da ich fand, daß das helle Tageslicht, so wie es von dem Dache eines benachbarten Hauses reflektirt wurde, welches von jüngst gefallenem Schnee ganz weiß war, die nämliche blaue Farbe erzeugte, und selbst wo möglich von einer noch schönern Tinte, so war ich genöthiget, von dieser Meinung ganz abzustehen.

Um mit irgend einem Grade von Genauigkeit, die wahre Farbe des Lichts zu bestimmen, so wie es von einem Wachslichte erhalten wird, setzte ich ein angezündetes und gehörig gepuztes Wachslicht an die freie Luft zu Mittag, zu einer Zeit als es erst kürzlich geschneiet hatte, und der Himmel ganz mit weißen Wolken bedeckt war; wo dann die Flamme des Lichts, weit entfernt weiß zu sein, wie es schien, daß sie es sei, wenn man sie zur Nacht sahe, offenbar von einer vollkommen entschiedenen gelben Farbe war, die dem Weiß sich gar nicht näherte. Die Flamme einer Argand'schen Lampe,

Lampe, die zu gleicher Zeit an die freie Luft gesetzt wurde, schien die nämliche gelbe Farbe zu haben. Allein die am meisten auffallende Art, die gelbe Farbe des Lichts zu zeigen, welches von den Lampen und Lichtern entstand, ist wenn man sie den geraden Strahlen einer hellen Mittagssonne aussetzt. In dieser Lage erscheint die Flamme einer Argand'schen Lampe, die mit ihrem größten Glanze brennt, in der Form eines dunkelgelben halbdurchsichtigen Rauchs. Wie außerordentlich rein und unbegreiflich helle die Strahlen der Sonne sind, wenn sie mit dem Lichte irgend eines unsrer künstlichen Illuminatoren verglichen werden, kann man aus dem Resultate dieses Versuchs finden.

Da es mir sehr wahrscheinlich schien, daß der Unterschied in der Weise der beiden Arten von Licht, welches der Gegenstand der vorhergehenden Versuche war, die Ursache auf irgend eine Art von den verschiedenen Farben der Schatten sein dürfte, so versuchte ich es, die nämlichen Wirkungen hervorzubringen, wenn ich zwei künstliche Lichter von verschiedenen Farben dabei brauchte, worin ich auch wirklich glücklich war.

In einem Zimmer, welches ich vorher finster gemacht hatte, ließ ich das Licht von zwei brennenden Wachslichtern auf weißes Papier unter dem erforderlichen Winkel fallen, um zwei abgesonderte deutliche Schatten von den Zylindern zu erhalten, wo ich fand, daß diese Schatten auf keine Art gefärbt erschienen; allein als ich vor ein Licht ein Stück gelbes Glas setzte, welches sich der Orangefarbe mehr näherte, so ward der eine Schatten unmittelbar gelb und der andre blau. Bediente ich mich zweier Argand'scher Lampen anstatt der Lichter, so war das Resultat das nämliche; die Schatten wurden beständig und sehr tief gefärbt,

färbt, der eine gelbe näherte sich dem Orange, und der andre blaue fiel mehr ins Grüne. Ich glaubte, daß das Grünliche dieser blauen Farbe entweder vom Mangel an Weißen des einen Lichts käme, oder von der Orangefarbe des andern, welches es von dem Glase erhielt.

Als gleiche Stücken des nämlichen gelben Glases vor beide Lichter gesetzt wurden, so erhielt das Papier eine Orangefarbe, allein die Schatten waren allem Ansehen nach ohne die geringste Fingirung einer Farbe; als aber nachher zwei Stücken gelbes Glas vor das eine der Lichter gesetzt wurden, indeß bloß ein Stück vor dem andern stehen blieb, so kamen die Farben der Schatten unmittelbar wieder zum Vorschein.

Da das Resultat dieser Versuche meinen Verdacht bestätiget hatte, daß die Farben der Schatten von den verschiedenen Graden der Weiße der zwei Lichter entsprungen sein dürften, so bemühet ich mich nunmehr, indem ich das Tagelicht dahin brachte, daß es von einerlei gelben Fingirung mit dem Wachslichte wurde, als ich Scheiben von gefärbtem Glas dazwischen setzte, um zu verhindern, daß die Schatten gefärbt wurden, wenn Tagelicht und Wachslicht zusammen die Gegenstände des Versuchs waren; und hierin gelang es mir. Ich war sogar selbst im Stande die Farben der Schatten umzukehren, indem ich das Tagelicht von einem tiefern Gelb werden ließ, als das Wachslicht. In dem Verfolge dieser Versuche bemerkte ich, daß verschiedene Schatten von Gelb, dem Tagelichte gegeben, sehr verschiedene und oft ganz unerwartete Wirkungen erzeugten; so veränderte eine Scheibe von gelben Glas, was vor dem Strahle des Tagelichts gesetzt worden, den gelben Schatten in eine lebhaft Violettfarbe, und den blauen Schatten

Schatten in ein lichtiges Grün; zwei Scheiben von dem nämlichen Glase zerstörten beinahe die Farben beider Schatten; und drei Scheiben veränderten den Schatten, welcher ursprünglich gelb war, in blau, und denjenigen, welcher blau war, in eine purpurgelbe Farbe.

Wenn ich den Strahl des Tageslichts durch eine Scheibe blaues Glas gehen ließ, so wurden die Farben der Schatten, die gelbe sowohl als die blaue, verbessert, und zur höchsten Klarheit und Helligkeit gebracht; allein wurde das blaue Glas vor das Licht gesetzt, so wurden die Farben der Schatten um sehr viel geschwächt.

Um zu sehen, was erfolgen würde, wenn das Wachslight noch ein tieferes Gelb gäbe, legte ich davor eine Scheibe gelbes oder vielmehr orangefarbenes Glas, wo ein sehr unerwarteter und angenehmer Anblick Statt fand. Die Farbe des gelben Schatten ward in Orange verwandelt, der blaue Schatten blieb unverändert, und die ganze Oberfläche des Papiers schien mit der schönsten Violetfarbe tingirt zu sein, welche einem lichten Karmin sehr nahe kam; beinahe genau die nämliche Farbe, wie ich sehr oft die entfernten Schneegebirge und die Thäler der Alpen bei Sonnenuntergange beobachtet habe. Es ist nur zu wahrscheinlich, daß diese Farbe in beiden Fällen von beinahe den nämlichen Combinationen des gefärbten Lichts erzeugt wird; in dem einen Falle ist es der weiße Schnee, welcher zu gleicher Zeit von dem reinsten Lichte des Himmels, und von den tief gelben Strahlen von West erleuchtet wird; und im andern Falle ist es das weiße Papier, welches von dem hellen Tageslichte, und von den Strahlen von einem brennenden Wachslichte erleuchtet wird, das um so mehr gelber wird, so wie es durch das gelbe Glas geht. Die schöne Violetfarbe, welche sich über die Oberfläche

des Papiers verbreitet, wird um so schöner und wirksamer erscheinen, wenn die Scheibe von orangefarbenem Glase auf eine solche Art vor das Licht gehalten wird, daß bloß ein Theil des Papiers, z. B. die Hälfte desselben, dadurch gefärbt wird, indeß die andre Hälfte weiß bleibt.

Um diese Versuche mit mehr Bequemlichkeit anzustellen, muß das Papier, welches ohngefähr 8 bis 10 Zoll im Quadrat halten kann, auf ein flaches Bret aufgeleimt werden, welches mit einem Schieber auf der hintern Seite desselben versehen ist, und auf einem Gestelle steht. Der Zylinder muß an einen kleinen hölzernen oder messingenen Arm befestiget werden, welcher vorwärts von dem Boden des Brets zu dieser Absicht hervorrage. Ein kleines Gestelle, welches höher oder niedriger gemacht werden kann, so wie es die Umstände erforderlich machen, muß gleichfalls da sein, um das Licht zu halten; und wenn das Bret mit dem darauf befestigten Papiere mit einem breiten schwarzen Rahmen umgeben wird, so werden die Versuche um so mehr auffallender und schöner ausfallen. Zu noch größerer Bequemlichkeit habe ich zwei andre Gestelle beigelegt, welche die gefärbten Gläser halten, wodurch das Licht gelegentlich durchgehen soll, so wie es gegen die weiße Oberfläche gelangt, worauf die Schatten entworfen werden. Es wird kaum nöthig sein beizufügen, daß, wenn die Versuche vorzüglich schön ausfallen sollen, alles Licht, welches nicht schlechterdings für den Versuch erforderlich ist, sorgfältig davon ausgeschlossen werden müsse.

Nachdem ich nun einen kleinen Apparat zufolge der angeführten Anweisung bloß in der Absicht zurichten

ten lassen, diese Untersuchungen in Rücksicht der gefärbten Schatten weiter zu verfolgen, so fieng ich nunmehr an, eine große Menge von verschiedenen Versuchen anzustellen, einige unter wirklicher Absicht, andre ganz allein aufs Ohngefähr, und blos in der Hoffnung, eine beigängige Entdeckung zu machen, welche zu einer nähern Kenntniß der Ursachen der Erscheinungen führen dürften, welche mir in zu viele Dunkelheit und Ungewißheit eingehüllt zu sein schienen.

Nachdem ich gefunden, daß die Schatten, welche zu zwei gleichen Wachlichtern gehörten, gefärbt waren, der eine blau, der andre gelb, wenn man eine Scheibe gelbes Glas vor eins derselben setzte; so versuchte ich nunmehr, welche Wirkung erfolgen würde, wenn man blaues Glas anstatt des gelben anwendete, und ich fand, daß es die nämliche war; die Schatten wären gleichfalls gefärbt, der eine blau, der andre gelb, allein mit dem Unterschiede, daß die Farben der Schatten umgekehrt waren, diejenige, welche mit dem gelben Glase vorher gelb war, war jetzt blau, und diejenige, welche blau war, war gelb.

Ich versuchte hierauf ein Glas von einer hellen amethyst Farbe, und war erstaunt zu finden, daß die Schatten noch fortführen, blau und gelb gefärbt zu sein. Es ist wahr, die gelbe hatte ein kothiges purpur Ansehen; allein die blaue, ob sie sich schon ein wenig ins Grüne neigte, war demohnerachtet rein und eine vollkommen helle Farbe.

Da ich kein andres gefärbtes Glas bei der Hand hatte, um diese besondern Untersuchungen weiter fortzu-

zusehen, so nahm ich die Lichter weg, und indem ich die zwei Oefnungen in den obern Theilen der Fensterläden zweier nahen Fenster öffnete, so ließ ich in das Zimmer von oben herab zwei Lichtstrahlen von verschiedenen Gegenden des Himmels ein, und indem ich das Instrument auf solche Art stellte, daß zwei deutliche Schatten vermöge dem Zylinder auf dem Papiere entworfen wurden, so ward ich vermittelst einer Reihe von sehr unterhaltenden Erscheinungen belustiget. Die Schatten waren mit einer unendlichen Verschiedenheit der unerwartetsten, und oft der schönsten Farben tingirt, welche beständig sich veränderten, zuweilen langsam, zuweilen mit unbegreiflicher Geschwindigkeit die Augen bezauberten, und indem sie solchergestalt alle Aufmerksamkeit rege machten, einen sowohl ganz neuen als bezaubernden Genuß verschafften. Es war ein windiger Tag, mit Flugwolken, und es schien, als ob jede vorbeigehende Wolke mit sich eine andre vollkommene Reihe von abweichenden Farben und den harmonischsten Tinten brächte. Wenn man sagen kann, daß irgend welche Farben besonders hervorstachen, so war es das Purpur: allein alle Verschiedenheiten des Braun, und beinahe alle übrige Farben erinnere ich mich gesehen zu haben, welche sämmtlich wechselsweise erschienen, unter denen nicht selten solche Farben waren, die mir vollkommen neu zu sein schienen.

Als ich über die große Verschiedenheit der Farben nachdachte, die ich in diesen letzten Versuchen beobachtet hatte, deren verschiedene nicht das geringste Verhältniß zu den scheinbaren Farben des Lichts hatten, wodurch sie erzeugt wurden, so fieng ich an zu vermuthen, daß die Farben der Schatten in vielen Fällen, ohnerachtet ihres scheinbaren Glanzes, blos ein optischer

scher Betrug sein dürften, die von dem Kontraste, oder irgend von einer Wirkung anderer nahe gelegenen Farben auf das Auge herkämen. Um dieses durch einen Versuch selbst zu bestimmen, fuhr ich auf folgende Art fort. Ich bediente mich nämlich eines flachen Linials anstatt des Zylinders, um die Schatten breiter zu halten, und verhinderte den Strahl des Tageslichts, in das Zimmer zu treten, machte den Versuch mit zwei Argandschen Lampen gehörig gepuzt, und beide so zu gerichtet, daß sie mit dem größten möglichen Glanze brannten; nachdem ich mich versichert hatte, daß das Licht, was sie gaben, genau von einerlei Farbe sei, indem die Schatten vollkommen farbenlos waren, die auf das weiße Papier entworfen wurden, so richtete ich ein Rohr, ohngefähr 12 Zoll lang, und beinahe einen Zoll im Durchmesser, welches mit schwarzem Papier ausgelegt worden, gegen den Mittelpunkt eines der breiten Schatten; und als ich durch dieses Rohr mit dem einen Auge sah, indeß das andre geschlossen blieb, so richtete ich alle meine Aufmerksamkeit auf den Schatten, indeß ein Beigehülse zu wiederholten malen eine Scheibe gelbes Glas vor die Lampe stellte, deren Licht zu dem Schatten gehörte, welchen ich beobachtete, und es eben so oft wieder wegnahm. Das Resultat des Versuchs war sehr auffallend, und bestätigte vollkommen meine Vermuthung in Rücksicht des Trugs verschiedener Erscheinungen in den vorhergehenden Versuchen. So weit entfernt, um im Stande zu sein, irgend eine Veränderung in dem Schatten zu beobachten, worauf mein Auge geheset war, war ich selbst nicht im Stande zu sagen, wenn das gelbe Glas vor der Lampe war, und wenn es weggenommen worden; und obschon der Beigehülse oft über den auffallenden Glanz und die Schönheit der blauen Farbe des nämlichen

den Schattens sich freute, den ich beobachtete, so konnte ich doch darin nicht das geringste Ansehen von irgend einer Farbe entdecken. Allein sobald ich mein Auge von dem Rohre wegwendete, und den Schatten mit allen seinen benachbarten Verkettungen betrachtete, indem die übrigen Schatten wirklich gelb vermittelt der Wirkung des gelben Glases gemacht wurden, und das weiße Papier gleichfalls von der nämlichen Ursache einen gelblichen Anstrich erhalten hatte, so erschien mir dieser Schatten, eben so wie meinem Beizehülfsen, von einer schönen blauen Farbe. Ich wiederholte nachgehends den nämlichen Versuch mit dem scheinbar blauen Schatten, welcher in dem Versuche mit dem Tagelichte und dem Wachslichte erzeugt worden, und genau mit dem nämlichen Resultate.

In wie weit diese Versuche uns in Stand setzen dürften, wegen der scheinbar blauen Farbe des Himmels, und der großen Verschiedenheit der Farben Aufschluß zu geben, welche so häufig die Wolken verschönern, desgleichen welche andre nuzbare Beobachtungen daraus gezogen werden dürften, überlasse ich den Philosophen, Optikern und Malern zu bestimmen. Indessen glaube ich, ist es eine neue Entdeckung, wenigstens ist sie doch ohnstreitig ein sehr außerordentliches Faktum, daß den Augen nicht jederzeit zu trauen ist, selbst in Rücksicht der Gegenwart oder Abwesenheit der Farben.

Ich kann diesen Brief nicht schließen, ohne eines Umstandes zu erwähnen, welcher mir bei allen diesen Versuchen über gefärbte Schatten sehr auffiel, nämlich die außerordentlich vollkommne Harmonie, welche jederzeit zwischen den Farben der zwei Schatten zu herr-

herrschen schien, wie sie auch sonst sein möchten; und diese Harmonie schien mir eben so vollkommen und angenehm zu sein, wenn die Schatten von verschiedenen Tinten des Braun waren, als wenn einer derselben blau, der andre gelb war. Kurz die Harmonie dieser Farben war in allen Fällen nicht nur sehr auffallend, sondern alle Erscheinungen waren auch ganz bezaubernd; auch fand ich niemanden, dem ich diese Versuche zeigte, dessen Augen von ihren bezaubernden Schönheiten nicht froh gewesen wäre. Es ist indessen aber mehr als wahrscheinlich, daß ein großer Theil des Vergnügens, welches diese Versuche den Zuschauern verschafften, von den beständigen Abwechselungen der Farbe, Fingirung und des Schattens entstand, womit das Auge belustiget, und die Aufmerksamkeit rege gemacht wurde. Wir sind gewohnt, feste und unveränderliche Farben zu sehen, hart, wie die festen Körper, von welchen sie kommen, und genau so bewegungslos, folglich todt, uninteressant und ermüdend für das Auge: allein bei diesen Versuchen ist alles Bewegung, Leben und Schönheit.

Es scheint mir sehr wahrscheinlich, daß ein fernerer Verfolg dieser Versuche über gefärbte Schatten nicht nur zu einer Kenntniß der wahren Natur der Harmonie der Farben, oder der besondern Umstände einladen könnte, worauf sich diese Harmonie gründet; sondern daß es uns auch in Stand setzen dürfte, Instrumente zu bauen, um diese Harmonie zu erzeugen, und dem Auge auf eine ähnliche Art Unterhaltung zu verschaffen, als das Ohr vermöge musikalischer Töne gereizt wird. Ich weiß, daß in dieser Absicht bereits Versuche gemacht worden sind; allein wenn ich die dierhalb angewendeten Mittel betrachte, so wundere ich mich

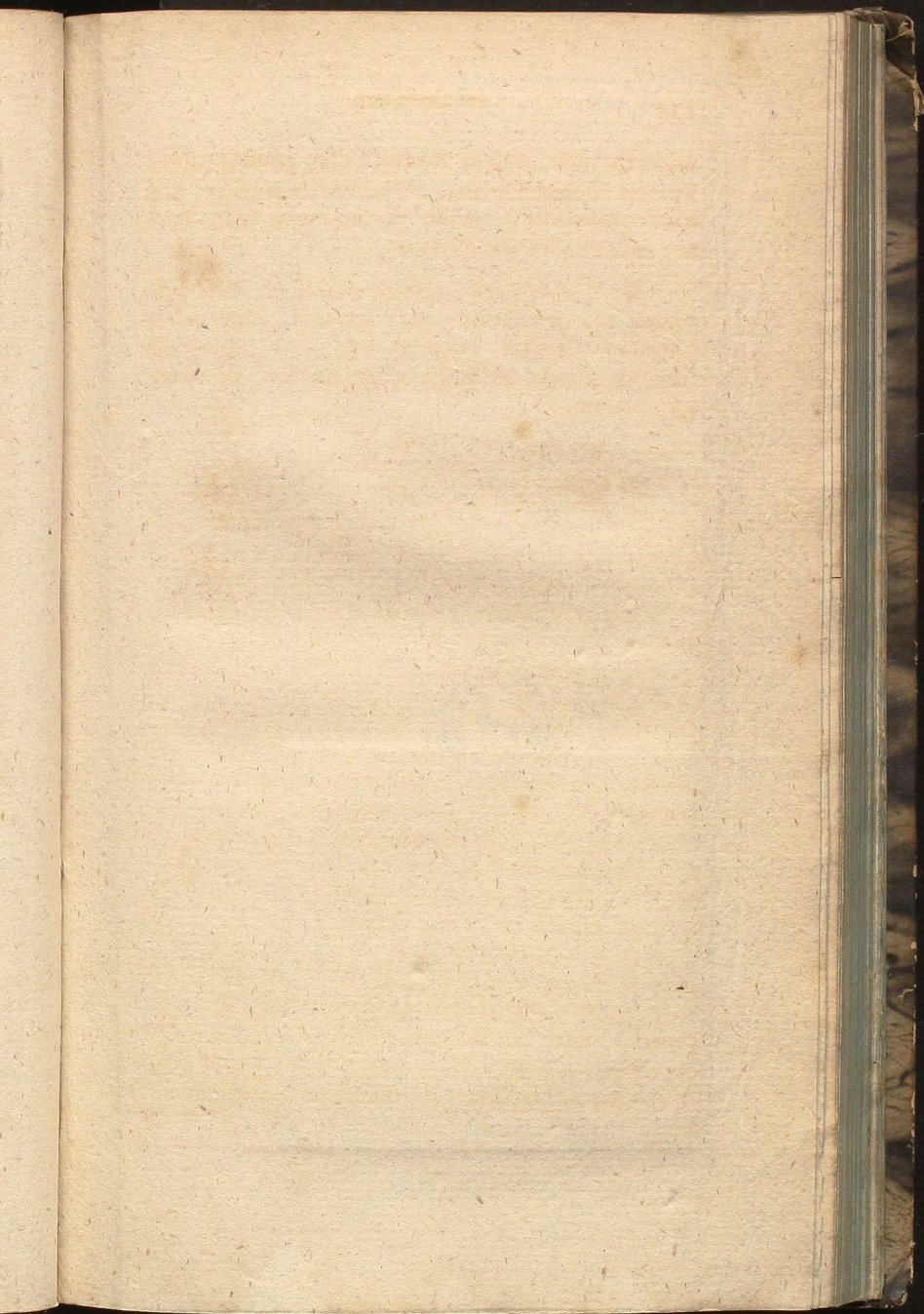
mich eben nicht, daß sie ihr Glück nicht gemacht haben. Wo das Dahinschmelzen, die sanften Uebergänge, das Sicherhebende fehlt, müssen Farben immer harte, kalte und unbelebte Massen bleiben.

Es thut mir leid, daß meine ernstern Beschäftigungen mir gegenwärtig nicht erlauben, diese unterhaltenden Versuche weiter zu verfolgen. Vielleicht kann ich aber in der Folge Muße erhalten, sie wieder vorzunehmen.

Munich,

den 1. März 1793.

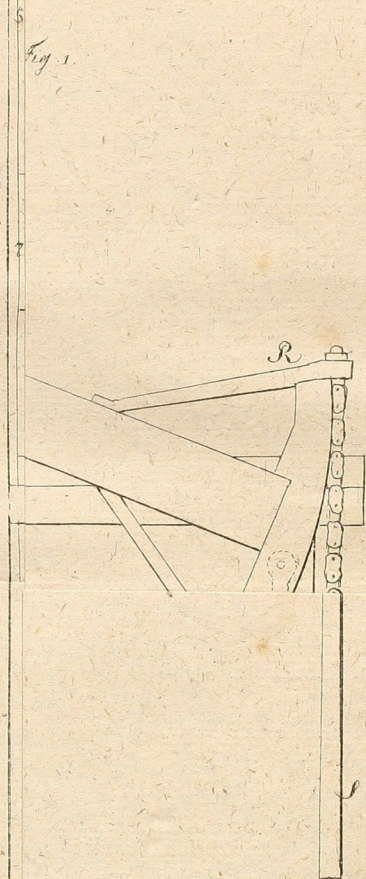
Ich bin &c.



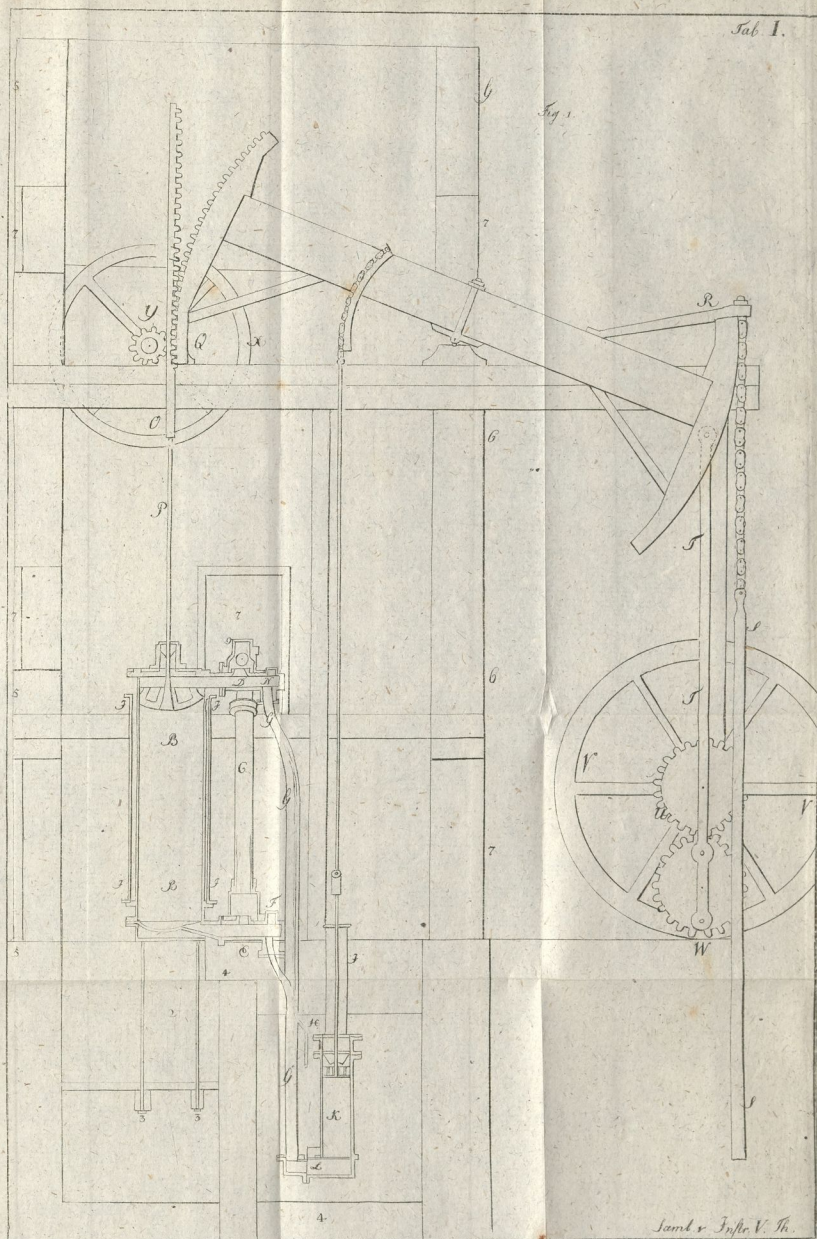


Tab I.

Fig. 1.

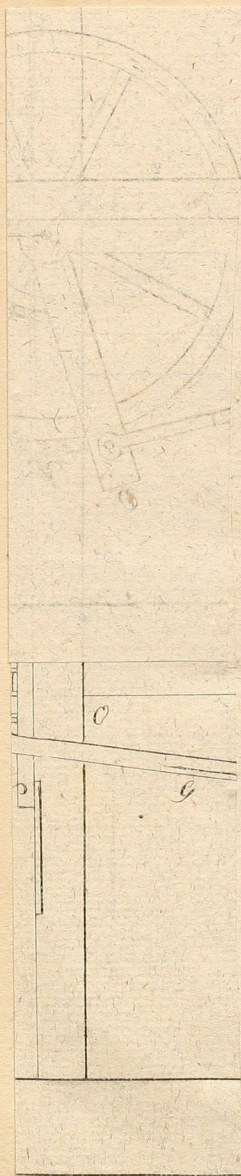


Samb v. Frst. V. Th.

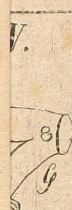


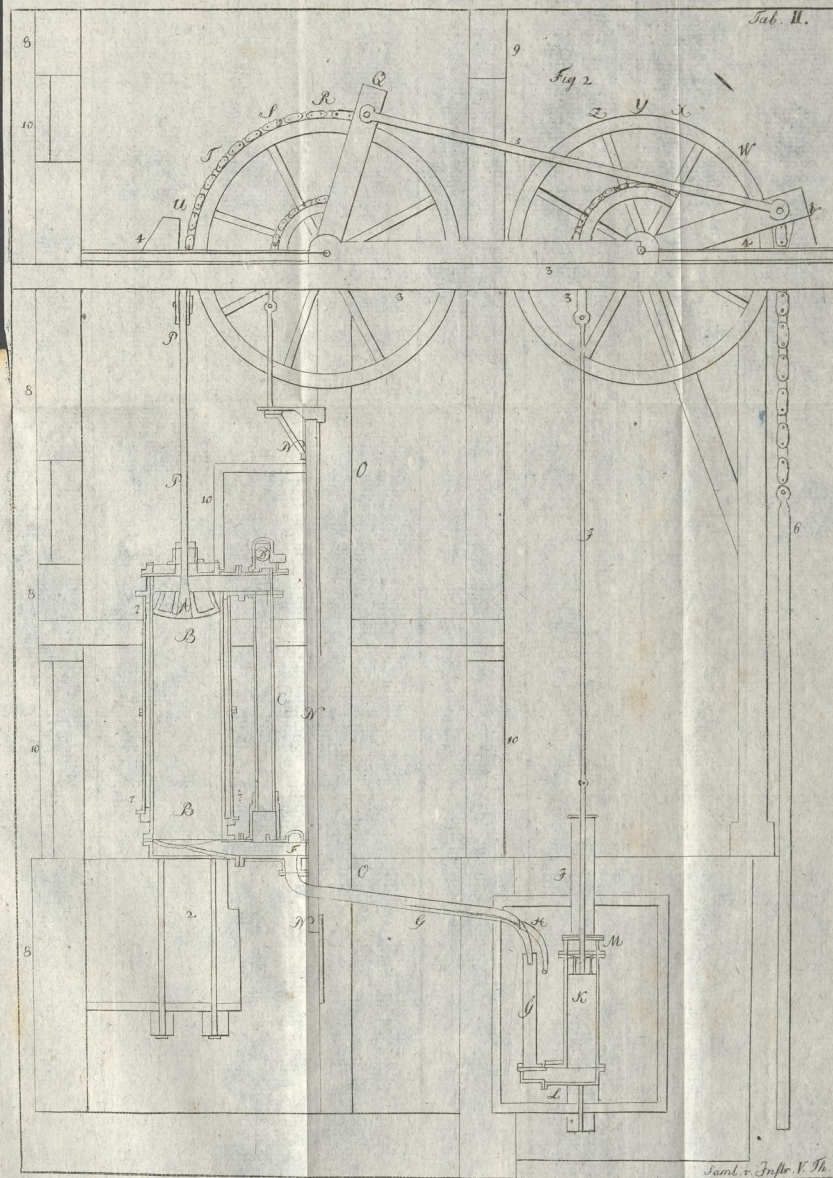






1000



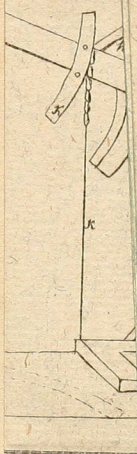




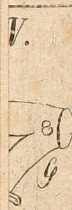
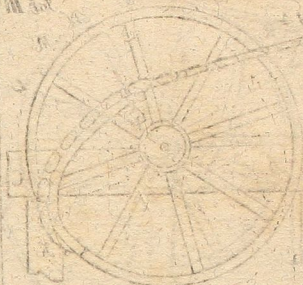


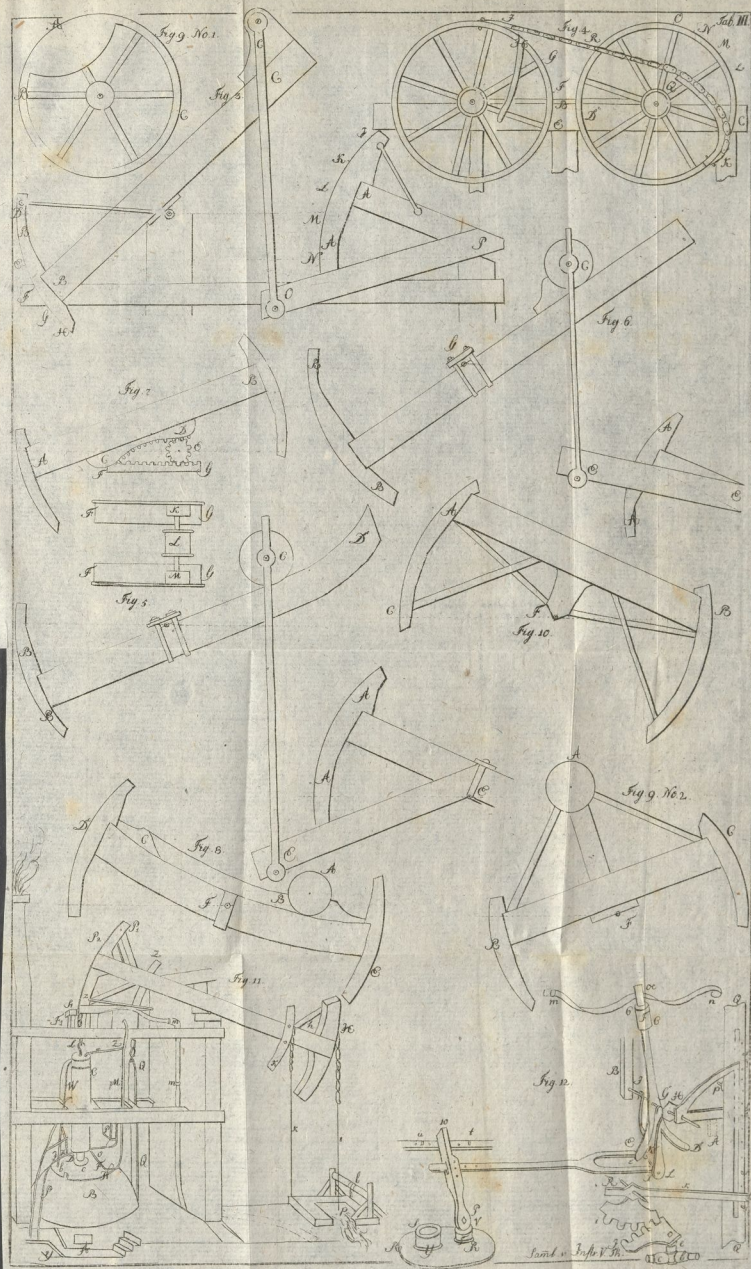


g 11



III 30



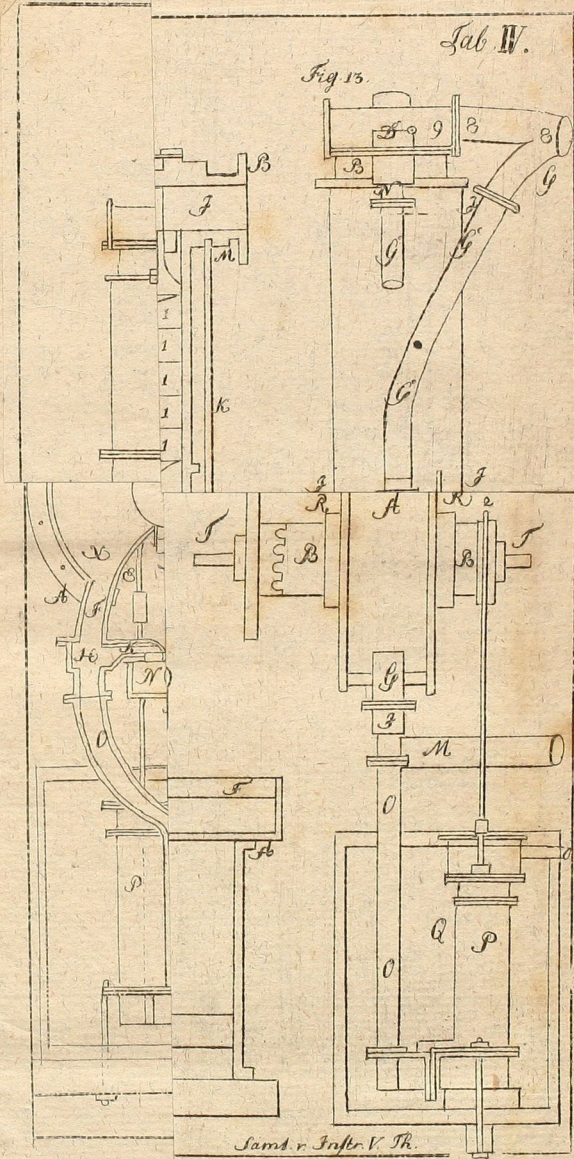




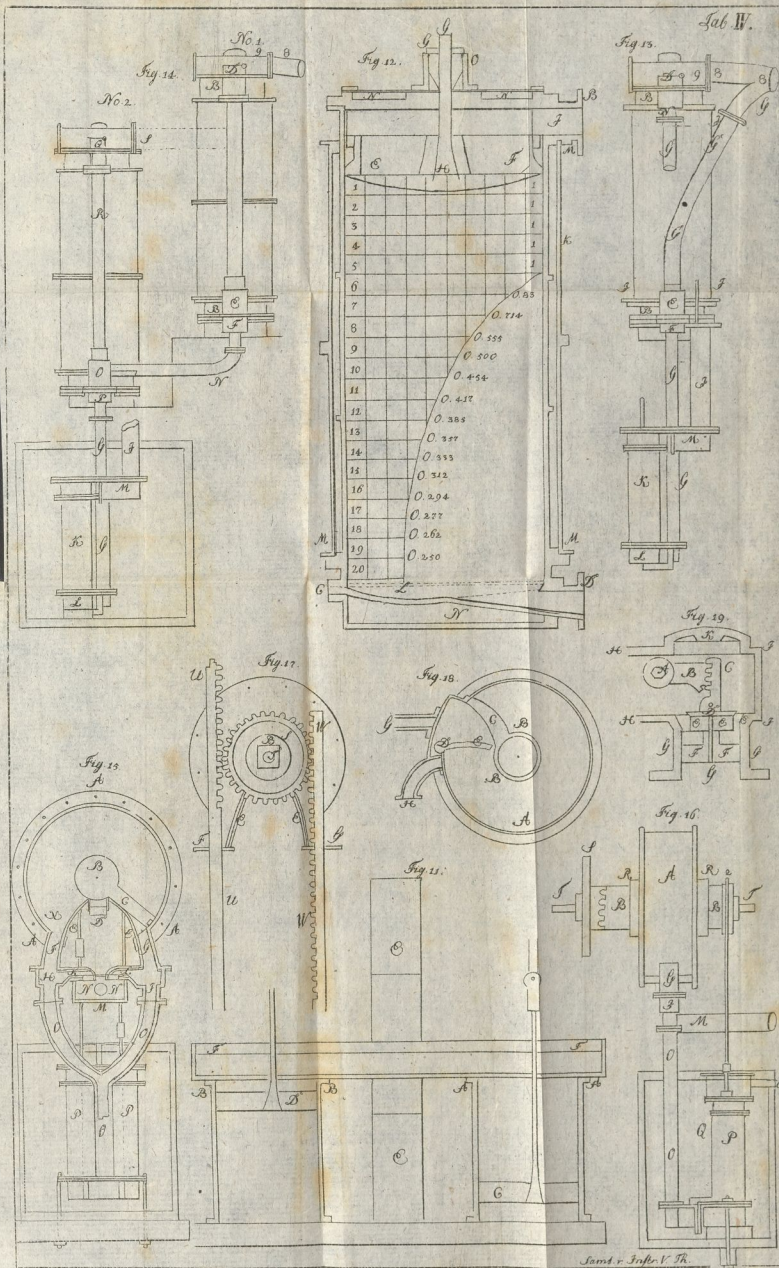


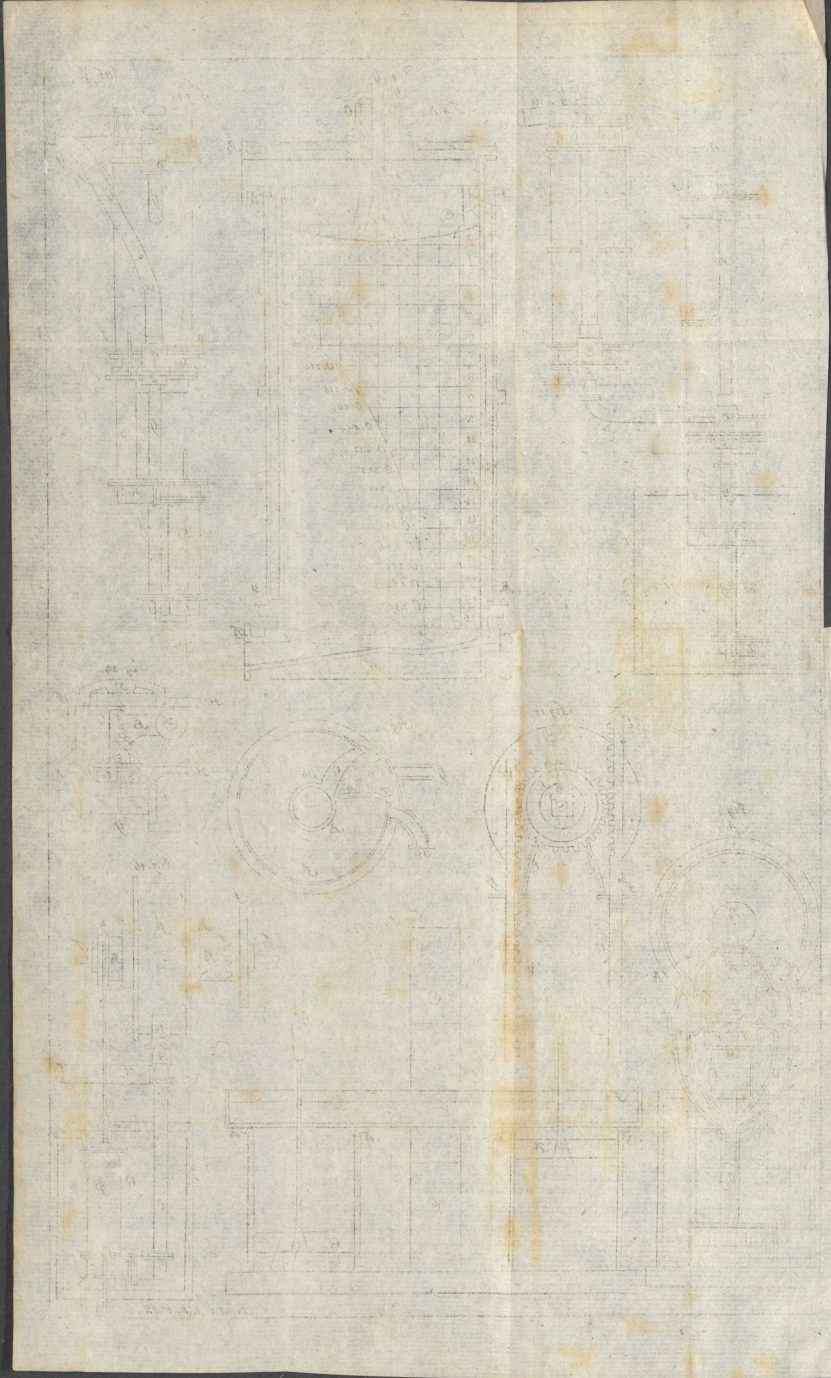
Tab. IV.

Fig. 15.

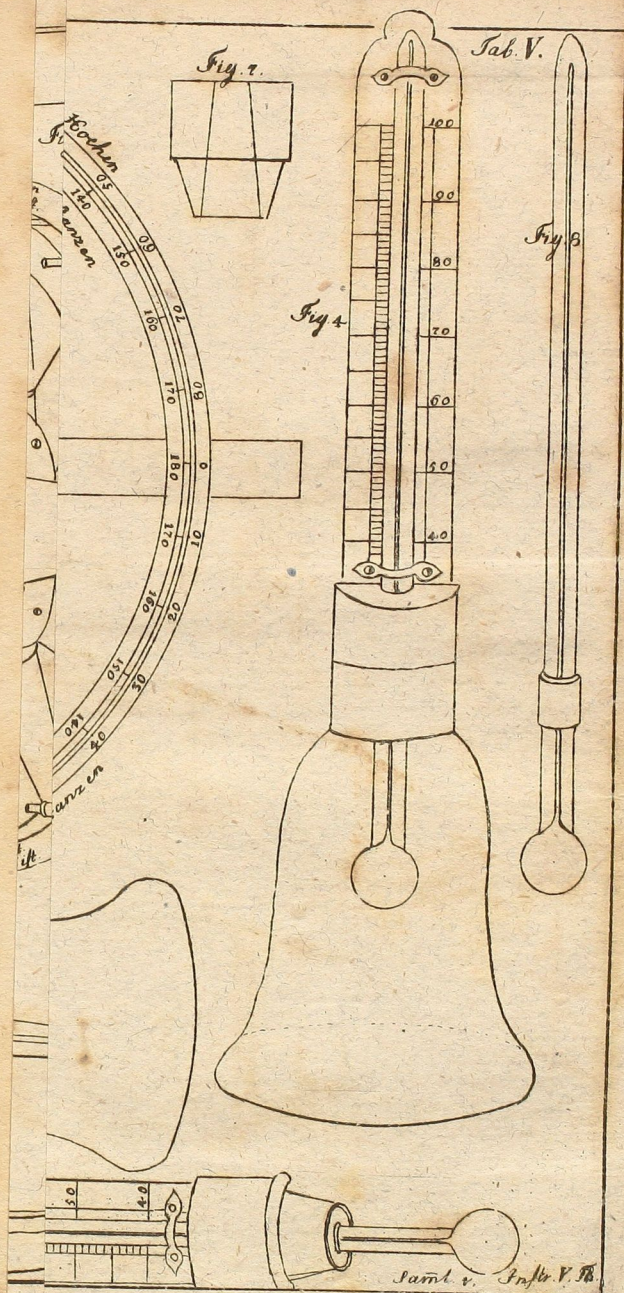


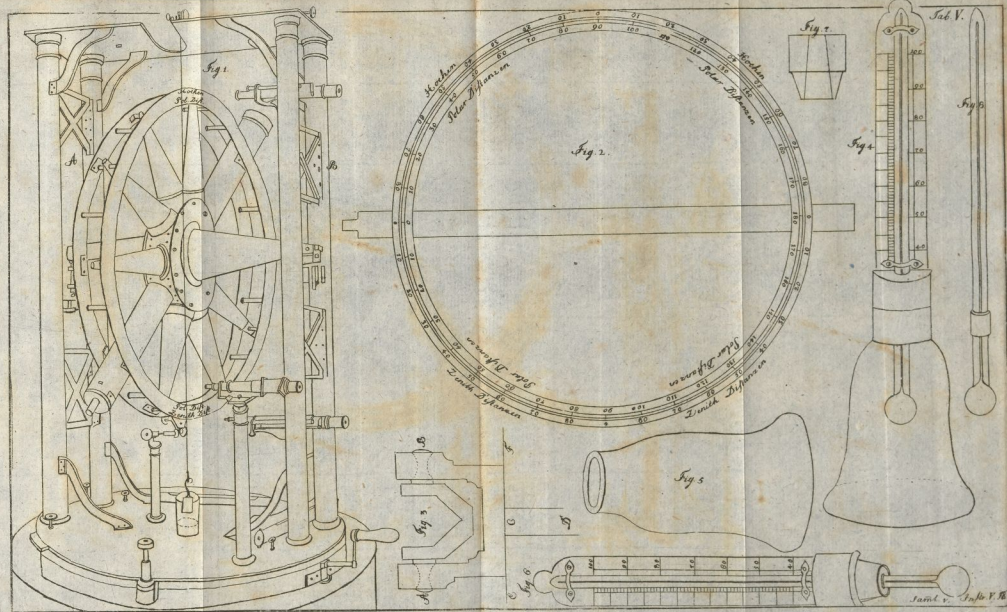
Sand. v. Instr. V. Th.

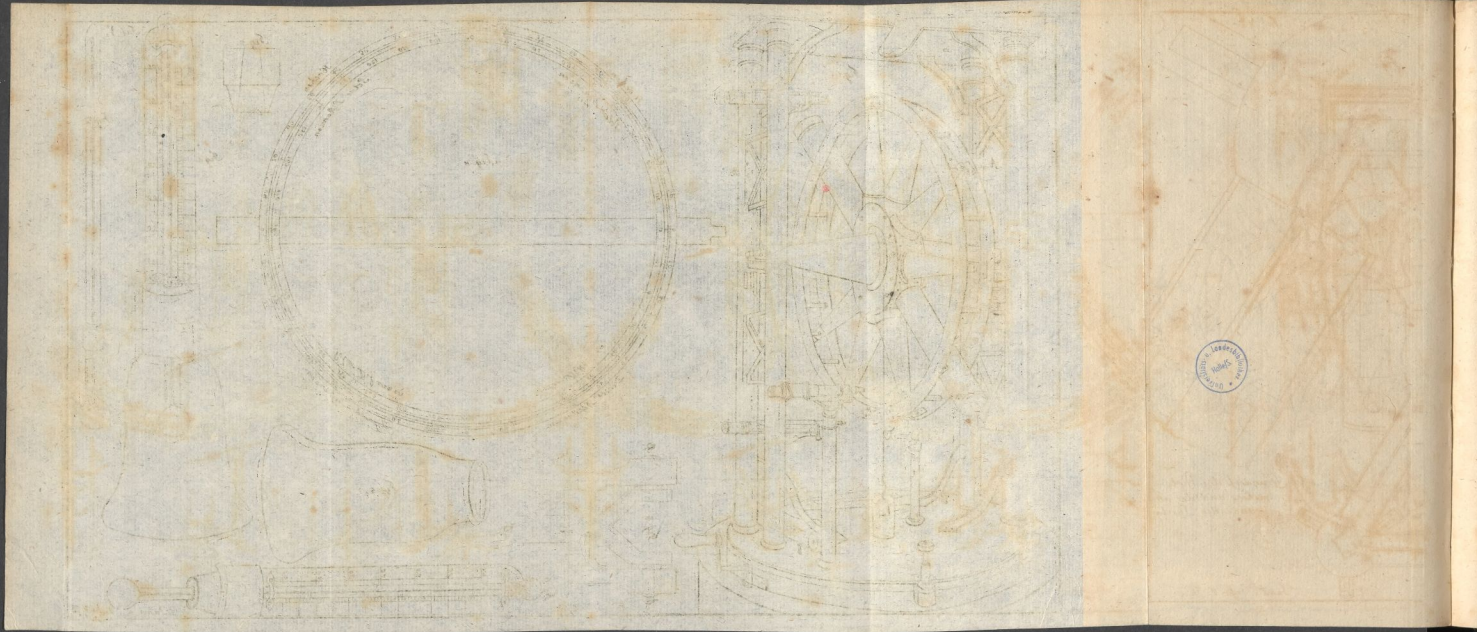










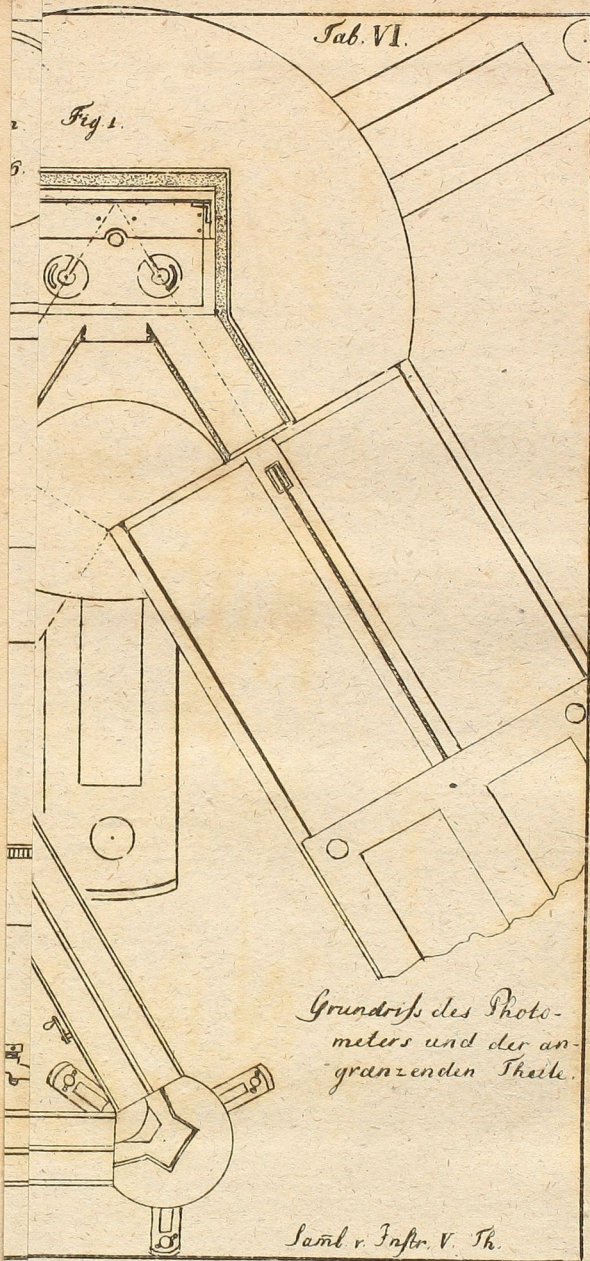




Tab. VI.

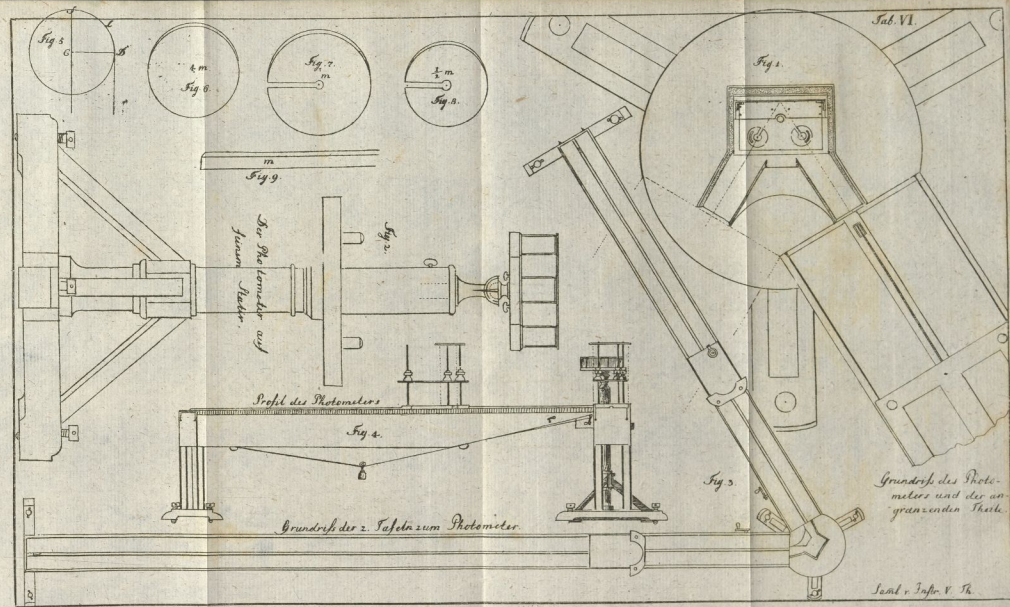
Fig. 1.

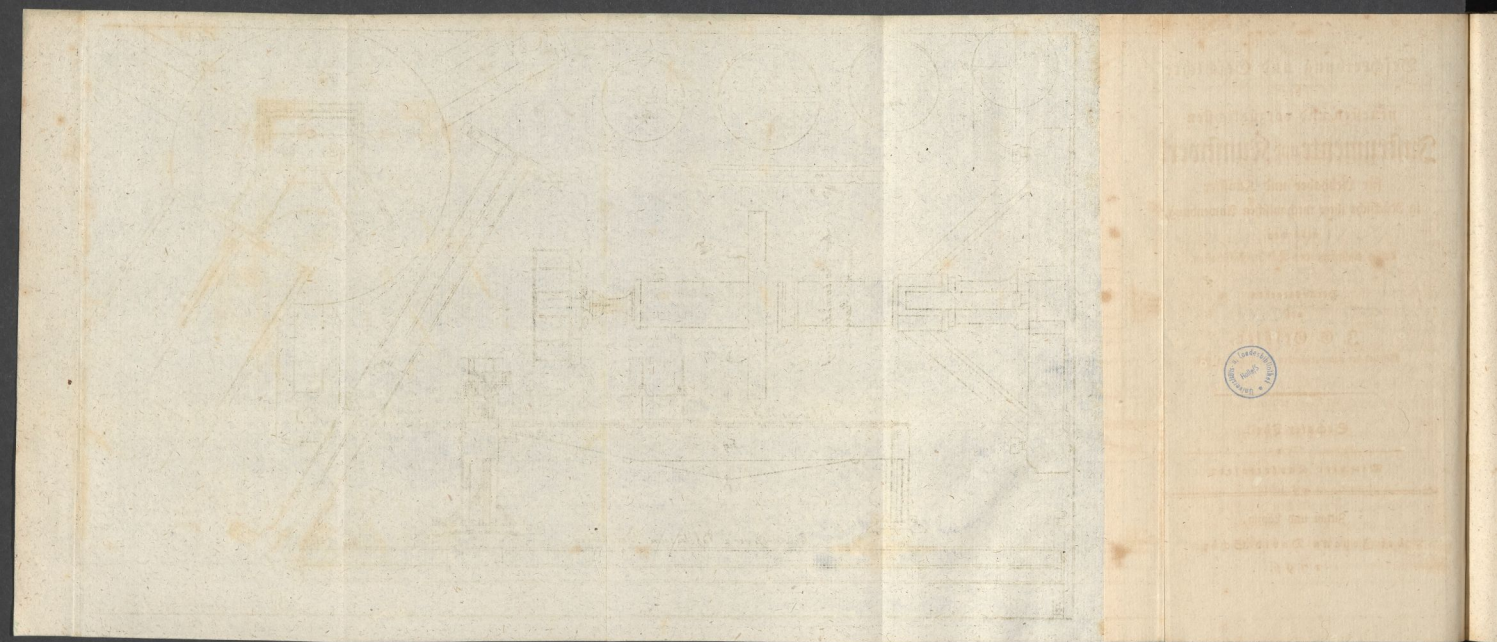
5.



Grundriß des Photo-
meters und der an-
gränzenden Theile.

Saut. v. Instr. V. Th.







T 38

S

(516.)



86

W 18





Beschreibung und Geschichte
der
neuesten und vorzüglichsten
Instrumente und Kunstwerke

für Liebhaber und Künstler
in Rücksicht ihrer mechanischen Anwendung,
nebst den
dahin einschlagenden Hülfswissenschaften.

Herausgegeben

von

J. G. Geißler,

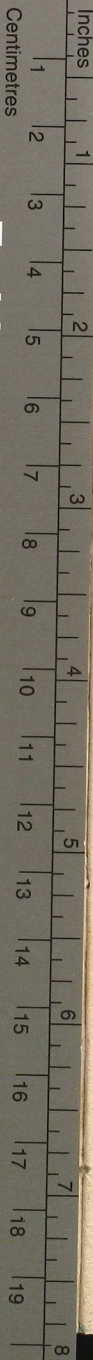
Mitglied der naturforschenden Gesellschaft in Halle;

Fünfter Theil.

Mit sechs Kupfertafeln.

Zittau und Leipzig,
bei Johann David Schöps.

1796.



Farbkarte #13

B.I.G.