ALEXANDRA CHODK
1834

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.

Zweiter Theil.

Mit vier Kupfertafeln.

Zittau und Leipzig,

bei Johann David Schöps.

1793.

0-18-0-1474
8°-6529

Meinem Freunde

Herrn

Mechanikus Tiedemann

in Stuttgard

gewidmet.

Vorerinnerung.

Die Fortsetzung dieser Sammlung von Instrumenten und Kunstwerken, mit deren Bekanntmachung mein eifrigster Wunsch ist, Künstlern und Liebhabern der Kunst nüzlich zu werden, ist durch einige unvorhergesehene Hindernisse aufgehalten worden; dies ist mir besonders einiger Abhandlungen wegen unangenehm, die ich gern so früh bekannt gemacht, als sie erschienen. So lieferte Herr de Lüc bald nach Herausgabe des ersten Theils meiner Sammlung, die zweite Abhandlung über Hygrometrie, deren erste ich bereits aufgenommen hatte. Eben so unangenehm war es mir, mit Bekanntmachung der Bonnetschen neuen Aufhängung der Magnetnadel zögern zu müssen.

Die dritte Abhandlung dieses Theils enthält, wie ich hoffe, größtentheils die neuern, besonders Herrn G. Adams Verbesserungen verschiedener Arten von Mikroskopen; ich habe es gewagt, hiemit einige Bemerkungen anderer Künstler zu verbinden: aber ich glaubte mit Recht, alles weglassen zu können, was bereits in dieser Rücksicht mehr als zu bekannt war.

Herrn J. Smeatons, eines Künstlers vom ersten Range in England, Abhandlung und Beschreibung seines Pyrometers, hoffe ich, wird den Ort nicht ganz unnüz einnehmen, besonders da ich nie gefunden, daß sie in Deutschland irgendwo bekannt geworden. Die Federwaage meines Freundes, Herrn Prasse in Zittau, ist ein ganz neues Instrument, dessen Bekanntmachung, wie ich hoffe, dem Liebhaber und Künstler nicht unangenehm seyn wird.

Das Verfahren des Herrn Keane Fitzgerald, die Anreibung an Maschinen zu verhindern, ist zwar nichts neues eigentlich, allein ich glaube, die Anwendung desselben kann manchen Künstlern nicht zu oft wiederhohlt werden. Herr Fitzgerald hat besonders die in England mit so

vielem

vielem Rechte genüzten Dampfmaschinen vor Augen, welche freilich in Deutschland noch nicht so sehr im Gebrauche sind, als sie es verdienen — eine Anwendung auf andre Maschinen, hoffe ich, wird jedoch leicht überzutragen seyn. Ich erwähne hier in dieser Rücksicht nur ein Paar Beispiele, wo mein Freund seit langer Zeit sich dieses Verfahrens zu Verminderung der Anreibung an einigen Maschinen, die er gebauet, mit dem größten Vortheile bedient hat, die, ob sie schon keine Lasten zu tragen hatten, doch die Nothwendigkeit vorausseßten, sehr leicht und geschwind in Bewegung geseßt werden zu können; dies war der Fall bei einer Harmonika, und erst kürzlich unter die Zapfen des Steigerads einer Thurmuhr, die ich anderwärts in meinem Uhrmacher den Künstlern näher zergliedern werde.

Die lezte Abhandlung dieses Theils meiner Sammlung enthält die Beschreibung eines Metallthermometers, ebenfalls von Herrn Keane Fitzgerald, zu dessen Errichtung ihm, besonders die Erfindung des Pyrometers des Herrn Smeaton, und dessen daselbst gegebener Wink Veranlassung gegeben.

Noch ist, wie ich sehe, das große Meßinstrument des Herrn Ramsden, was er zu der in England in den Jahren 1786 und 87 geschehenen großen Vermessung des Hern W. Roy gemacht, um die Entfernung zwischen den Meridianen der Königlichen Sternwarte zu Greenwich und Paris zu bestimmen, in Deutschland ganz übersehen worden. — Ich hoffe dieses in der That vorzüglich wichtige Instrument, nebst verschiedenen andern neuen Kunstwerken, im dritten nächsten Theile dieser Sammlung vollständig liefern zu können, da ich noch außerdem überzeugt bin, daß alles, was von einem Ramsden kommt, jeden Künstler vorzüglich interessiren müsse.

I.

Zweite Abhandlung über die Hygrometrie, von Herrn J. A. de Lúc.

Philos. Transact. Vol. LXXXI. P. II.

In dem ersten Theile dieser Abhandlung *) sezte ich die Hauptgrundsätze der Hygrometrie, und einiger hygroskopischen Erscheinungen fest, auf welche sich nunmehr die besondere Anwendung beziehen soll.

62. Seit der Bekanntmachung meines ersten Hygrometers sind verschiedene andre erfunden worden, deren besonders zwei eine allgemeine Anwendung erlangt haben: das Haarhygrometer des Herrn de Saussüre, und mein Hygrometer aus Scheibchen von Fischbein. Wenn die Vergleichungspunkte dieser Instrumente in dem ganzen Umfange ihrer Skalen bestimmt werden könnten, so würde die einzige Unbequemlichkeit bei ihrer

*) S. Philos. Transact. Vol. LXXXI. P. I. und 1. Heft dieser Sammlung. Ich erhielt diese zweite Abhandlung des Herrn de Lúc zu spät, um sie gleich im ersten Hefte aufnehmen zu können; und verschiedene Ursachen verzögerten die Folge des zweiten Hefts.

rer beider Gebrauch seyn, daß man in die Nothwendigkeit versezt würde, die Beobachtungen, die mit dem einen gemacht worden, auf das andere zu reduziren, allein von 70 bis 100 des meinigen, welcher Raum die vorzüglichste Periode der Feuchtigkeit in sich faßt, sind ihre korrespondirenden Anzeigen von einander so verschieden, und so veränderlich, als ob sie Wirkungen von zwei ganz verschiedenen Ursachen wären. Es ist daher von Wichtigkeit zu entscheiden, welches von ihnen zum bestimmten Maaße der Feuchtigkeit angenommen werden könne, bis, wenn es möglich ist, man ein besseres ausgefunden haben dürfte. Folgende Abhandlung wird, wie ich hoffe, zur nähern Entscheidung dieses Umstandes führen.

63. Das Hauptverfahren des Herrn de Saussüre in Rücksicht der Entdeckung der Wirkungen der Feuchtigkeit am Haarhygrometer war folgendes. Er ließ zu verschiedenenmalen nach einander eine bekannte Menge Wasser in einem verschlossenen gläsernen Gefäße verdünsten, was vorher vollkommen trocken gemacht worden, und welches dieses Hygrometer und ein Manometer enthielt. So bemerkte er nun die korrespondirenden Veränderungen dieser Instrumente, und indem er die Resultate seiner Versuche verband, so brachte er die korrespondirenden Bewegungen der beiden Instrumente bei einer gleichen Menge verdunsteten Wassers auf eine regelmäßige Reihe. Aus dieser einzigen Art von Versuchen, die, aus Ursachen, die ich bald erklären werde, ihm die Schwierigkeiten seiner Unternehmung nicht entdecken konnten, glaubte er indessen doch berechtiget zu seyn, von ihnen folgende Schlüsse zu ziehen. 1) Daß die Grade der Feuchtigkeit in dem eingeschlossenen Medium beinahe der Menge des in dem Gefäße verdunsteten Wassers verhältnißmäßig; und daß folglich das zwischen dieser Menge und dem Gange seines Hygrometers

ters beobachtete Verhältniß so angesehen werden könne, daß es unmittelbar den Gang des Instruments korrespondirend mit der Feuchtigkeit selbst bestimme; welche zufolge der allgemeinen Meinung nichts anders als eine gewisse Menge wäßriger Feuchtigkeiten oder Dünste ist, die in dem Gefäße zerstreut sind. 2) Daß wenn kein Wasser mehr in dem Gefäße verdunsten könnte, das eingeschlossene Medium den höchsten Grad der Trokkenheit erreicht habe; und daß folglich der zu gleicher Zeit an seinem Hygrometer angegebene Punkt die Gränze seiner Skale auf dieser Seite sey. 3) Daß, indem er solchergestalt aus diesen Versuchen eine wahrscheinliche Bestimmung der Expansionen des Haars durch auf einander folgende gleiche Größen der Feuchtigkeit zu Anfange von dem Punkte, wo es o ist, bis zum äußersten Punkte erhielte, sein Instrument nicht wesentlich von einem absoluten Hygrometer unterschieden seyn könnte.

64. Diese Schlüsse waren auch wirklich zufolge der Versuche des Herrn de Saussüre sehr natürlich; allein noch vor ihrer Bekanntmachung hatte ich bereits viele Kenntnisse aus hygroskopischen Phänomenen gezogen, an welchen das Haar und das verschlossene Gefäß großen Antheil hatte, und ich mußte daher nothwendig, da ich die Gegenstände in einem andern Lichte als Herr de Saussüre betrachtete, an seinen Folgerungen zweifeln; ich verschaffte mir daher drei von seinen Hygrometern, um sie in einigen besondern Punkten zu untersuchen. So geschahe es denn, daß ich unmittelbar nach dieser Berichtigung meiner Muthmaßungen in Rücksicht seines Instruments folgende ganz von jenen obigen verschiedene Schlüsse zog. 1) Daß nämlich die Feuchtigkeit, oder die Menge der Dünste, die sich in dem Medium verbreiteten, in einem verschlossenen Raume sich nicht nach Verhältniß des darin ausgedun-

gedunsteten Wassers vermehre, weil ein sich eben zu gleicher Zeit vermehrender aber unbestimmter Theil dieses Wassers sich an die Seiten des Gefäßes ansetze; und daß solchemnach Herrn de Saussüre Versuche die wahre hygroskopische Skale nicht bestimmen könnten. 2) Daß der Umstand, den er als ein sichres Merkmal der äußersten Trockenheit ansähe, und der in dem eingeschlossenen Medium erhalten werde, nämlich das Maximum der Ausdünstung in dem Raume, nur allein Statt habe, wenn die Temperatur wenig über 32° sey; und daß bei steigender Vermehrung der Wärme von diesem Punkte an, die Feuchtigkeit immer weiter und weiter von ihrem äußern Punkte zurückgehe, oder von dem Punkte, wo keine Dünste mehr in das Medium ohne unmittelbare Niederschlagung gebracht merden können, obschon zu gleicher Zeit nach und nach folgende Vermehrungen der Menge von Dünsten, und solchemnach ein beständiges Maximum der Ausdünstung der wirklichen Temperatur gemäß geschähe. 3) Daß bei Näherung zur äußersten Feuchtigkeit das Haarhygrometer stillstehend, und hernach etwas rückgehend werde, bei welchem Gange die unvermeidlichen Unregelmäßigkeiten jeder hygroskopischen Substanz häufige Anomalien erzeugten; aus dieser Ursache war es nun freilich sehr schwer für Herrn de Saussüre, aus der Form seiner Versuche das hygroskopische Gesetz nach dem zweiten Schlusse zu entdekken, und bei der unbekannten Existenz dieses Gesetzes den Gang seines Hygrometers in Verdacht zu haben: welche zufällige Verbindung ich nachher erklären werde.

65. Als ich diese Resultate meiner Versuche und Beobachtungen herausgab, verwarf sie Herr de Saussüre, ohne jedoch neue Versuche anzustellen, die seinen Meinungen Bestätigung gegeben; vielmehr schloß er umgekehrt, daß meine Theorie von einem trüglichen

Gange

Gange meines Hygrometers herrühre: das Ansehen, in welchem dieser berühmte Naturforscher steht, verband mich daher, jeden Versuch zu unternehmen, der mir irgend einen Beistand versprach, um zu entdecken, auf welcher Seite der Irrthum läge. Ich habe in dem ersten Theile dieser Abhandlung einige dieser Versuche angeführt: izt will ich, wegen ihrer Anwendung sowohl, als um Nachricht von einigen andern zu geben, vornehmlich dem Verfahren des Herrn de Saussüre folgen.

66. In einem großen gläsernen Gefäße, welches, wie ich bereits erwähnt habe, ein Manometer und sein Haarhygrometer enthielt, und welches Gefäß er vorher zu einer bekannten geringen Entfernung von der äußersten Trockenheit gebracht, legte Herr de Saussüre von Zeit zu Zeit ein Stück feuchtes Tuch, welches er sowohl vorher, ehe er es in das Gefäß gethan, als auch nachdem er es herausgenommen, wog. Die nach und nach folgenden Vermehrungen in der Menge der Dünste, die von diesem Verfahren entsprangen, wurden angemerkt, am Manometer durch nach und nach folgende Vermehrungen in der Menge der eingeschlossenen elastischen Flüssigkeiten, welche verursachten, daß das Queckſilber mehr und mehr in diesem Instrumente stieg, und am Hygrometer durch nach und nach folgende Expansionen des Haars. Das Maximum der Ausdünstung wurde deutlich vom Manometer angezeigt, denn während jeder fortdauernden Temperatur blieb das Queckſilber, nachdem es bis zu einem gewissen Punkte gestiegen, ohnerachtet eines längern Verweilens des feuchten Tuches, fest auf diesem Punkte; und bei Wiederhohlung dieses Verfahrens unter verschiedenen Temperaturen bestimmte Herr de Saussüre die Menge des ausgedünsteten Wassers, welches in einem gegebenen Raume, und unter einer gegebenen Temperatur, das Maximum der Evaporation

poration erzeugte. Diese einzige Bestimmung, worauf man wegen ihrer großen Folgen noch nicht allgemein aufmerksam gewesen, würde hinreichend sein, das Ansehen ihres Erfinders festzusetzen, wie ich bereits zu wiederhohltenmalen mich in andern Schriften darüber erklärt habe.

67. Allein in Rücksicht einer verschiedenen Folgerung von den nämlichen Versuchen, die für die Natur-Philosophie nicht weniger wichtig sind, habe ich auch gesagt, daß das Hygrometer des Herrn Saussüre ihn irre geführt haben könne. Wir haben gesehen, daß das Manometer durch ein unbezweifeltes Symptom das Maximum der Ausdünstung anzeigte; denn hier ist die unmittelbare Ursache deutlich bekannt, nämlich die Menge der elastischen Flüssigkeiten; auch sieht man, daß das Queckssilber in dem Instrumente nach Verhältniß dieser Menge steigen, und so stille stehen müsse, wenn sie nicht ferner wächst. Allein dies ist nicht der nämliche Fall in Rücksicht dessen, was das Hygrometer zu Folge der Feuchtigkeit anzeigt: Herr de Saussüre fand selbst, daß sie weit entfernt waren, um nach der Größe der Ursache verhältnißmäßig zu seyn; und in der lezten Reihe seiner Versuche, obschon diese Indikationen durch die verschiedenen Maxima der Ausdünstung nicht sehr verschieden waren, gaben sie doch einen Unterschied von 1 oder 2 Graden. Indessen da diese kleinen Unterschiede auf dem Punkte, wo das Hygrometer in verschiedenen Versuchen stehen blieb, nicht deutlich einem Gesetze der Temperatur gemäß folgten, so betrachtete sie Herr de Saussüre als kleine Anomalien, die bei hygroskopischen Substanzen unvermeidlich, und von geringer Folge für eine Skale von 100 Grad wären, daher er auch diesen Umstand übergieng, und so weiter nicht den geringsten Zweifel hegte, daß bei jeder Temperatur das Maximum der Ausdünstung in einem verschlossenen

Raume

Raume mit dem Maximum der Feuchtigkeit in eben diesem Raume gleich sey; indeß nach meinen Versuchen diese zwei angenommenen identischen Ausdrücke um $\frac{1}{7}$, und zuweilen selbst um $\frac{1}{4}$ der wahren Skale der Feuchtigkeit verschieden sind, welches der Fall bei einer Temperatur von blos 75° oder 80° ist.

68. Wir wollen izt annehmen, daß obiges hygroskopisches Gesetz und der Gang, den ich dem Haarhygrometer zuschreibe, wahr sey. In diesem Falle wird, wenn während einem beständigen Maximum der Ausdünstung die Temperatur sich von 32° bis 80° verändert, die Feuchtigkeit um $\frac{1}{7}$ und selbst um $\frac{1}{4}$ des Ganzen vermindert werde; oder mit andern Worten, der Zustand des Medium wird um soviel von demjenigen abweichen, wo nach einem neuen Einführen der Dünste ein Niederschlag erfolgt. Allein in der nämlichen Zeit wird in dieser ganzen Periode der Feuchtigkeit das Haarhygrometer angenommen, daß es sich blos 1 oder 2 Grad rück- oder vorwärts unter häufigen Unregelmäßigkeiten bewege. Es würde daher in der Hypothese eine so große Veränderung der Feuchtigkeit von diesen geringen Veränderungen des Haarhygrometers kaum vermuthet werden, worin anfangs nichts Regelmäßiges zu seyn scheint: und hiedurch ist denn offenbar, daß, da er sich auf diese Versuche allein einschränkte, Herr de Saussüre jene zwei wichtigen Gesetze der Hygrologie und Hygrometrie nicht entdecken konnte, deren Existenz ich hier allein angenommen habe.

69. Wir wollen ferner annehmen, daß das Haarhygrometer vor einer gewissen Anzahl andrer Versuche nicht existirt habe, und daß Herr de Saussüre in seinem Versuche ein Instrument dieser Art zu geben, sich an verschiedene von Scheibchen aus fiberartigen vegetabilischen oder animalischen Substanzen quer über die Fibern geschnit-

geschnitten gehalten habe, wovon verschiedene Hygroskope vorher, obschon auf eine rauhe Art, gemacht worden waren, und daß in jeder andern Rücksicht er verfahren, wie er es in Absicht des Haars gethan. In diesem Falle würde er, nachdem er sein Hygrometer und das Manometer in das nämliche Gefäß, nebst einer Menge Wasser gethan, was hinreichend gewesen, das Maximum der Ausdünstung bei jeder gewöhnlichen Temperatur zu erhalten, und er gleichfalls die Punkte bemerkt, wo beide Instrumente unter verschiedenen anhaltenden Temperaturen stille gestanden, gefunden haben, daß das Hygrometer weniger und weniger Feuchtigkeit angezeigt, indeß zu gleicher Zeit das Manometer mehr und mehr gestiegen, so wie die Ausdünstung sich bei einer größern Hitze vermehrt, und so diesen Anwachs in der Menge der Dünste zu Folge der Expansionen der Flüssigkeiten angezeigt, und daß jedes dieser Instrumente auch in diesem Zustande wechselseitiger Veränderungen während jeder hinreichend anhaltenden Veränderung der Temperatur verblieben. Die erste Beobachtung dieses Phänomens würde ihn in Erstaunen gesezt haben, eben so wie ich es war, und es würde ihn gleichfalls verleitet haben, einige andre dieser Scheibchen zu untersuchen, und wenn er gefunden, daß das nämliche Phänomen mit allen sich ereigne, er so überzeugt geworden, daß dies ein wirkliches Gesetz der Feuchtigkeit sey. Hätte er endlich Herrn James Watt's Bemerkungen über die größte Trockenheit des Dampfs von kochendem Wasser gekannt, so lange er in einem Raume bleibt, der so warm als das Wasser ist, was ihn erzeugt, (ein Zustand, der stets verstanden werden muß, wenn die allgemeinen Gesetze der Ausdünstung der Gegenstand der Untersuchung sind) angenommen mit mir, so wie es aus seiner eigenen Theorie folgt, daß dieser Dampf kein andrer ist, als die nämliche Art, so weit er dessen

erwähnt,

erwähnt, nur vermöge größerer Hitze einer größern Dichtigkeit fähig gemacht, so würde er die Wichtigkeit dieses hygroskopischen Gesetzes in seiner großen Ausdehnung gesehen haben. Ich kann kaum zweifeln, daß diese äußerste Trockenheit nicht in einem verschlossenen Gefäße, wie ohngefähr Papin's Digestor, Statt haben solle, wenn ein hinlänglicher Raum über dem Wasser und eine rothglühende Hitze Statt finden sollte, obschon dieser Raum mit Dampf bis zu seinem Maximum erfüllt werden würde. Dies bezieht sich indessen bloß auf das hygroskopische Gesetz, von dem hier die Rede ist, und in dem angenommenen Falle, glaube ich, würde kein Streit Statt gefunden haben.

70. Endlich wollen wir auch noch annehmen, daß, um die Wirkung der Feuchtigkeit auf die Substanz zu untersuchen, die er zuerst gewählt, oder auf irgend eine andre von der nämlichen Art, jedoch der Länge nach genommen, Herr de Saussüre zuerst eine derselben untersucht habe, die auf diese Art gebraucht, einen großen Rückgang äußere, wie Federkiel oder Tannenholz; und daß, nachdem er sie vorher in offner Luft untersucht, er sie zu einer Zeit in ein feuchtes Gefäß gethan, wenn der Ort, wo es vorher stand, den Grad der Feuchtigkeit hatte, der mit dem stillstehenden Zustande dieses Hygroskops übereinkäme, er dann ein Phänomen bemerkt haben würde, das er so wenig wie ersteres erwartet: denn nachdem dieses Instrument in dem feuchten Gefäße verschlossen worden, würde es sich beim Zunehmen der Feuchtigkeit in der nämlichen Richtung bewegt haben, wie es in offner Luft gethan, wenn im Gegentheil ein Zunehmen der Trockenheit Statt gefunden. Ohne Zweifel erstaunt über dieses Phänomen würde Herr de Saussüre sein neues Instrument mehrern Versuchen unterworfen haben; auch würde er mit andern Fäden Untersuchungen angestellt haben, bei denen

er denn die nämliche Art des Ganges, bloß unter verschiedenen Graden, bemerkt haben würde; und wenn beim Verfolge dieser Versuche er das Haar den nämlichen Untersuchungen unterworfen, so würde das Wenige seiner Bewegungen rück- und vorwärts, und dessen Unregelmäßigkeiten ihn nicht verhindert haben, darinn die nämliche Art des Ganges zu entdecken, als er gewohnt gewesen bei andern Fäden zu sehen; und so würde er denn alle Fäden bei Seite gelegt, und sie als untüchtig zu einem Hygrometer angesehen haben.

71. Dieser ganze angenommene Verfolg von Versuchen mit Scheibchen und Fäden, ist derjenige, welchem ich nachgeforscht habe, seitdem ich von dem Baue meines ersten Hygrometers abgieng; welches ich besonders in der Rücksicht that, um fähig zu seyn, allerhand Substanzen zu prüfen. Meine Theorie ward daher zu Folge der zwei obigen Schlüsse gebildet, welche mir als unmittelbare zu seyn scheinen, so wie Herr de Sauſſüre unmöglich anders gefolgert haben könnte, hätte er eben diese nöthigen Versuche angestellt: überdies will ich noch zeigen, daß, wenn nicht zufällige Umstände bei seinem eigenen Verfahren obgewaltet, das Haar schon für sich hinreichend gewesen seyn würde, ihn nach und nach dahin zu bringen, die nämlichen Versuche anzustellen.

72. Da die Hygrometer des Herrn de Sauſſüre ihren Zeiger oberhalb des Rahmen hatten, so konnten sie in Wasser gesezt werden, und er versuchte dieses Verfahren, um den Punkt der größten Feuchtigkeit zu bestimmen, wie ich für meine erste Hygrometer gethan hatte. Indessen bemerkte er bei diesen Versuchen, daß, während dem seine Instrumente in Wasser standen, sie innerhalb eines Raums von vier oder fünf Graden unbestimmt hin und her schwankten. Da er

nun diese Unregelmäßigkeit einer Anreibung des Haars im Wasser zuschrieb, so hielt er es für nothwendig, mein Verfahren abzuändern, und sezte solchemnach das Instrument in ein feuchtes Medium, was er vermöge einer gläsernen Flasche erzeugte, deren innere Seite feucht und über Wasser gestürzt war. Bei diesem Verfahren ward die Lage des Zeigers gleichgiltig, und aus einer besondern Ursache sezte er ihn am Boden seiner neuen Hygrometer, welche dann nicht in Wasser getaucht werden konnten. Dieser lezte Umstand war bloß zufällig, indessen wollen wir sehen, in wie fern er auf seine Meinungen, in Rücksicht der größten Feuchtigkeit, Einfluß hatte.

73. In der ersten Nachricht von seinen Versuchen erwähnt Herr de Saussüre diese besondern Ursachen nicht, allein er führt sie in einem Schreiben an mich an, worinn er sagt, daß er die Eintauchung in Wasser dieserwegen verlassen, weil eine starke Adhäsion des Haars gegen diese Flüssigkeit dessen freien Bewegungen entgegengestanden, welches Schwanken des Zeigers ich aber mehr dem Instrumente selbst beimesse. Auch gieng bei jenen ersten Hygrometern ein Ende der Welle durch eine Oeffnung um den Zeiger auswärts durchzuführen, welches denn nothwendig viele Anreibung verursachen mußte: diese Welle mußte auch überdies die Schwere ziemlich starker Zangen tragen, welche das Haar hielten, ob sie schon auf der andern Seite ein Gegengewicht erhielt. Endlich geschahe die Verbindung des Haars mit dem Zeiger vermittelst silberner Bleche, welche, so dünne sie auch waren, nothwendig doch immer einen Widerstand während der Biegung um die Welle verursachen mußten. Diese Fehler verbesserte Herr de Saussüre nachgehends, allein sie fanden noch Statt in den Instrumenten, welche er in Wasser tauchte, wo eine Schwere von bloß drei Gran hinreichend war,

ihren Zeiger sowohl im Wasser als sonst wo fest stehend zu machen, welches er auch selbst bemerkte.

74. Indessen, ohnerachtet dieser natürlichen Erklärung wegen der Unstandhaftigkeit des ersten Hygrometers des Herrn de Saussüre unter Wasser, hielt ich es doch für nöthig, unter dem nämlichen Umstande ein gut gebautes Haarhygrometer zu versuchen; ich machte daher zwei derselben, die dem leztern des Herrn de Saussüre in jeder Rücksicht gleich waren, ausgenommen daß ich den Zeiger oberhalb anbrachte, und zu Verbindung des Haars mit der Welle einer Art von Zangen mich bediente, die nicht über einen halben Gran schwer waren, nebst einem Haarähnlichen Stück Hanf, wovon ich weiß, daß es auf eine merkliche Art den Gang des Instruments nicht ändert. So folgen denn diese Haarhygrometer mit ihrem Gewichte von bloß drei Gran, nachdem sie in Wasser gesezt worden, darinn ihren eigenen Gesetzen, gelangen und bleiben unverändert auf ihrem einmal bestimmten Punkte, so wie jedes meiner andern Hygrometer. – Dies würde Herr de Saussüre auch gefunden haben, wenn bei der Verbesserung seines Instruments die Welle oberhalb geblieben wäre.

75. Ehe ich des Einflusses erwähne, den dieser zufällige Umstand des Orts seines Zeigers auf seine Meinung in Rücksicht der größten Feuchtigkeit gehabt hat, muß ich noch einen andern von der nämlichen Art anführen, welcher zu eben dieser Wirkung beigetragen hat. Man sieht sowohl aus der Theorie als aus den bereits angeführten eigenen Versuchen des Herrn de Saussüre, daß eine hinreichende Menge Wasser in irgend einem Theile eines verschlossenen Gefäßes die einzige Erforderniß ist, um darinn das Maximum der Ausdünstung zu bewirken; allein in Rücksicht diese Wirkung zu der allgemeinen Absicht zu beschleunigen,

um den Punkt der größten Feuchtigkeit an seinem Hygrometer zu bestimmen, schreibt er vor, die innere Seite des Gefäßes vorher naß zu machen, ehe man es noch über das Wasser stürzt. Er sahe, und konnte auch nicht die Folge dieser Abänderung seines ersten Verfahrens vorhersehen, allein in der That mußte sie ihn nothwendig hindern, selbst in der Folge bei diesen Operationen zu entdecken, was er unmittelbar gesehen haben würde, wenn seine lezten Hygrometer in Wasser hätten getaucht werden können.

70. Nach der Verbesserung seiner Hygrometer war ihr Zeiger dieser, bei den erstern bemerkten, Unstätigkeit nicht weiter unterworfen; sie blieben folglich unter dem feuchten Gefäße fest stehen, allein sie blieben nicht zu jeder Zeit auf dem nämlichen Punkte, und aus Ursachen der Unregelmäßigkeit in dem Gefäße selbst trug es sich zufälliger Weise zu, daß in einigen dieser Fälle, wenn das Haar am längsten war, ein Niederschlag des Wassers, (vermöge irgend einer einzelen Abkühlung) an irgend einem Theile dieses Gefäßes erfolgte, welches er als ein sicheres Zeichen ansahe, daß eine überflüssige Menge Wasser in der eingeschlossenen Luft vorhanden sey. Aus dieser zufälligen Verbindung der Umstände schloß er, daß sein Hygrometer zwei verschiedene Zustände des Medium in Rücksicht der größten Feuchtigkeit anzeigte; einen, der ohngefähr mit 98 auf diesem Instrumente überein käme, und den er als die wirkliche größte Feuchtigkeit betrachtete, oder denjenigen Zustand des Medium, wo es keine Dünste mehr ohne Niederschlagung fassen könnte; den andern, wenn ein solcher Niederschlag Statt fand, den er mit hundert oder mit der größten Länge des Haars übereinstimmend machte. Eingenommen nachgehends für diese Meinung, als ich meine komparativen Versuche seines Hygrometers und des meinigen herausgab,

bei welchen das leztere zuweilen bei 80 stand, wenn ersteres auf 98 war, schloß er aus diesem Umstande, daß, indeß sein Hygrometer sich bloß 2 Grad durch die größte Wirkung einer Uebersättigung des Mediums bewegte, das meinige 20 dieser unbedeutenden Grade mache. So drehete sich denn unser ganzer Streit im Zirkel herum, dessen Grund in den bereits angeführten zufälligen Umständen ich izt zeigen will.

77. Wenn ich meine Haarhygrometer in Wasser tauche, wo, wie ich bereits gesagt habe, sie zu einem bestimmten Punkte kommen, so zeigt dieser Punkt nicht die größte Länge des Haars an, denn ganz im Gegentheil ist alsdenn dieser Faden kürzer, als er die mehrestenmale unter dem feuchten Gefäße ist. Dies würde Herr de Sauffüre gesehen haben, wenn er nicht, vermöge der Stellung des Zeigers, in seinem verbesserten Hygrometer von dem nochmaligen Versuche über die Wirkung des Wassers auf das Haar wäre abgehalten worden, und gewiß dieses Phänomen würde seinen Ideen eine ganz verschiedene Richtung gegeben haben, vornehmlich aber würde er nicht angenommen haben, daß das Haar sich vermöge einer Uebersättigung des Mediums, oder vermöge des unmittelbaren Kontakts des Wassers selbst, um zwei Grad mehr verlängere.

78. Hätte überdies, als er die Art der Bestimmung des Punkts der größten Feuchtigkeit an seinen Hygrometern niedersezte, Herr de Sauffüre die Einfachheit des Verfahrens beibehalten, dessen er sich zu seinen Hauptversuchen bedient hatte, wo ein Stück nasses Tuch hinreichend gewesen war, das Maximum in seinem großen Gefäße zu bewirken; und hätte er bloß sein Glas über Wasser gestürzt, ohne es innerlich zu befeuchten, so würde er eine große Ursache des Betrugs vermieden haben, die ich izt erklären will. In meinen ersten Versuchen

suchen über den komparativen Gang unsrer Hygrometer, worinn ich der Vorschrift des Herrn de Saussüre wegen des feuchten Gefäßes folgte, traf ich auf einige Anomalien, die mich sehr irre machten. Herr de Saussüre selbst bemerkte sie in einer Nachricht, die ich von diesen Versuchen gab, und schrieb sie meinem Instrumente bei. In dieser Rücksicht stimmte ich mit ihm nicht überein, allein es dauerte lange Zeit, ehe ich die wahre Ursache dieser Anomalien entdecken konnte. Der erste Schritt zu dieser Entdeckung war, daß ich über das Unnütze, das Gefäß innerlich naß zu machen, nachdachte, und welches bloß in der Absicht geschahe, darinne das Maximum der Ausdünstung zu bewirken. Diese Betrachtung brachte mich dahin, daß ich die nämlichen Versuche noch einmal wiederhohlte, und allein das Glas über Wasser stürzte, wobei, da der größte Theil der wirklichen Anomalien wegfiel, ich solchemnach deutlich in dem Gange des Haars die verbundenen Wirkungen seiner eigenen Natur und des hygroskopischen Gesetzes in Rücksicht der Ausdünstung bemerkte, welches mir aus andern Phänomenen bekannt war.

79. Die Ursache dieser Anomalien, welche vermöge der Abänderung des Verfahrens gehoben worden waren, ließ mich nun folgendes Phänomen entdecken. Ich bemerkte öfters, zu Zeiten, wenn mein Hygrometer unter dem gläsernen Gefäße in beträchtlicher Entfernung von dessen Punkte der größten Feuchtigkeit stand, daß eine sehr geringe Verminderung der Wärme hinreichend war, am untern Theile des Gefäßes die Bildung eines bleichen Randes zu bewirken, welcher sich ein oder zwei Zoll über die Oberfläche des Wassers erstreckte, und sich endlich nach und nach weiter hin verlor. Nachdem ich über dieses Phänomen zu Folge des Mechanismus nachgedacht hatte, den ich der Wirkung des

Feuers während der Ausdünstung zuschreibe, so schloß ich, daß in einer so stillstehenden Luft jede ausdünstende Oberfläche eine Atmosphäre der größten Feuchtigkeit habe, die sich so weit ausbreite, als der blasse Rand sich erstreckte, und daß es nur allein über diese Gränze hinaus sey, wo das andere Gesez einer abnehmenden Feuchtigkeit herrsche, die dem wachsenden Maximum der Ausdünstung bei einer anwachsenden Hitze entspreche. Dieses neue Gesez der Ausdünstung bot nunmehr offenbar eine angemessene Ursache dar, um die Anomalien zu erklären, die in dem nassen Gefäße bemerkt worden; denn Glas hält nur sehr unvollkommen das eigentliche Wasser, und lauft bald herab an vielen Orten, wo es sich gesammelt. Instrumente müssen folglich unter einem so theilweise feuchten Gefäße auch eine verschiedene Einwirkung von der zerstreuten Atmosphäre der größten Feuchtigkeit erleiden.

80. Indessen, ehe ich noch auf diese Erklärung fußen konnte, machte ich einige direkte Versuche, und ich hatte auch den Vortheil, durch ein Mittel, welches zu gleicher Zeit das in Wirklichkeit sezte, was Herr de Sauſſüre glaubte erhalten zu haben; nämlich, die größte Feuchtigkeit in einem verschloßnen Raume während einer gewöhnlichen Temperatur zu erhalten, ohne daß dabei ein Niederschlag des Wassers von dem Medium erfolgte. Dies erhielt ich vermittelst eines Gehäuses von Drahte, vier Zoll im Durchmesser, das ich mit einem baumwollenen Tuche bedeckte, wo ich oberhalb einen Behälter hatte, wodurch das Tuch eine geraume Zeit durchaus naß erhalten wurde; dieses Gehäuse wurde überdies noch mit einem gläsernen Gefäße bedeckt, was über Wasser gestürzt worden. In diesem Apparat, obschon im Sommer, bewegt sich jedes Hygrometer, es bestehe aus Fäden oder aus Scheib-

Scheibchen, und stellt sich fest, zwar nicht so geschwind, aber so genau, als ob es in Wasser getaucht worden wäre, ohne daß dabei eine Uebersättigung des verschlossenen Medium, oder ein Niederschlag des Wassers auf die hygroskopische Substanz Statt gefunden.

81. Wir können nunmehr sehen, daß der Gedanke von zweierlei Arten der größten Feuchtigkeit ohne Grund ist. Um die Nothwendigkeit einleuchtend zu machen, den Punkt der größten Feuchtigkeit in der zu diesem Zustande gebrachten Luft, und nicht im Wasser zu nehmen, sagt Herr de Saussüre, „daß das Hygrometer nicht dazu diene, um die Feuchtigkeit des Wassers, sondern diejenige der Luft zu messen." Dies scheint anfangs alles für sich zu haben, indessen aber ist die Feuchtigkeit doch in der That keine andere, als diejenige im Wasser selbst, so wie Wärme in einer Flüssigkeit immer Feuer genennt wird. Wasser ist immer die Ursache der Feuchtigkeit, so wie Feuer die Ursache der Wärme ist, nur daß die Wirkungen davon nicht auf die Ursache, sondern auf andre Substanzen erfolgen. Wenn daher einige hygroskopische Substanzen in ein Medium gesezt werden, welches die größte Feuchtigkeit erlangt hat, und in Verhältniß, wie sie Wasser davon anziehen, der Verlust dieses Wassers beständig durch eine neue Ausdünstung ersezt wird, so werden sie nach und nach in einem solchen Medium, ohne irgend einen Niederschlag so viel Wasser anziehen, als ob sie in Wasser selbst getaucht worden wären; denn die Gränze ist ihre Kapacität, die ich bereits in der erstern Abhandlung §. 19 erklärt habe. Dies ist die nämliche Theorie, die ich in meiner ersten Abhandlung über Hygrometrie gab, und sie wird durch obigen Versuch durch die Entdeckung dieses neuen hygroskopischen Gesetzes vollkommen bestätiget: „daß nämlich in einer stillste-

henden Luft jede ausdünstende Oberfläche eine Atmosphäre der größten Feuchtigkeit habe, die sich in einen Raum von wenigen Zollen verbreitet, schnell verschwindet, und außer dieser Gränze mit den andern Gesetzen der Feuchtigkeit nichts Gemeinschaftliches hat.

82. Ich will nunmehr durch ein Beispiel erläutern, welches die Hauptabweichung eines Haarhygrometers ist, indem ich darinn auf einen Augenblick jene zwei besondern Punkte 98 und 100 anführe, welche bei den Versuchen des Herrn de Sauſſüre eine natürliche Ursache des Mißverstandes waren. Ein Haarhygrometer und das Meinige, die in einem verschlossenen Gefäße zu einer Zeit sich befinden, wenn die Temperatur ziemlich beständig ist, wird nur wenig über 32 stehen; wenn Feuchtigkeit zuerst in das Gefäß gelassen wird, so daß dadurch das Haarhygrometer unter sehr langsamer direkten Bewegung auf 98 gebracht wird, so wird mein Hygrometer zwischen 70 und 75 kommen, und beide Instrumente werden unbeweglich stehen bleiben, wenn Feuchtigkeit und Wärme die nämliche bleibt. Man lasse nun die Feuchtigkeit sehr langsam sich vermehren, bis das Haarhygrometer seinen Punkt 100 erreicht, so wird das meinige bis 80 gekommen seyn; und sie werden wieder auf diesen Punkten verweilen, so lange als unter eben dieser Temperatur die nämliche Menge Dünste in dem Gefäße verbleiben wird. Endlich bringe man eine hinreichende oder überflüssige Menge Wasser in das Gefäß, so wird das Haarhygrometer bis 98 zurück, und das meinige bis 100 fortgehen, auf welchen Punkten sie stehen bleiben werden, was auch die Menge des Wassers sey, und so lange als die Wärme nicht vermehrt wird. Dies erklärt das Räthsel des sonderbaren Punkts 98, oder eines gewissen Punkts, der in verschiedenen Haarhygrometern, und selbst zu verschie-

schiedenen Zeiten bei einerley Hygrometer verschieden seyn kann, wo dieses Instrument bei sehr verschiedenen Graden der Feuchtigkeit stehen bleibt; folglich können deren geringe Bewegungen um diesen Punkt einen großen Betrug erzeugen, besonders je nach der Beschaffenheit organisirter Substanzen, worüber ich izt noch einiges anführen will.

83. Obiger ist der Hauptgang des Haarhygrometers, wie er sich im Ganzen verhält, und wie er beständig seyn würde, wenn keine andern Ursachen dazwischen kämen; allein er ist auch noch in Unordnung setzenden Anomalien unterworfen, welche innerhalb dem geringen kritischen Raume, den ich beschrieben habe, der Aufmerksamkeit werth sind. Die Textur der organisirten hygroskopischen Substanzen verursacht eine Anreibung zwischen ihren Theilen, wenn bei Veränderungen der Feuchtigkeit und Wärme verbunden mit ihrer Elasticität sie Veränderungen in ihrer jedesmaligen Lage unter sich erleiden, wobei sie schwer vollkommen wieder in die nämliche Ordnung zurückgehen können, obschon alle äußerliche Umstände die nämlichen sind; selbst in der größten Feuchtigkeit, wenn wenig Anreibung zwischen ihren Theilen Statt findet, und der größte Theil der Hindernisse, die in ihren erstern Bewegungen Unordnungen erzeugten, wieder hergestellt wird. Zu dieser allgemeinen Ursache der Unregelmäßigkeit gesellet sich noch eine besondere, wenn diese Substanzen in dem Zustande als Hygrometer sind; dies ist der Einfluß zweier entgegen wirkenden Kräfte, die sich beständig auf sie thätig äußern; eine, die Neigung ihrer Bestandtheile vereinigt zu bleiben, die andre, eine Last oder Federkraft, welche sie zu trennen bemüht ist. Gewisse zufällige Ordnungen und Lagen ihrer Bestandtheile geben ihnen mehr Kraft, der Wirkung zu widerstehen,

stehen, welche sie zu trennen sucht, welche Lagen aber, vermöge der wechselseitigen Zulassung und Vertreibung der Feuchtigkeit, vermöge eines langen Stehens während geringen Veränderungen, und vermöge einer größern oder geringern Wärme sehr veränderlich sind. Dies ist ein weites Feld von Thatsachen und Spekulationen, die an sich schon wichtig sind, wobei ich mich aber hier nicht aufhalten kann: was ich von diesen Ursachen gesagt habe, ist hinreichend, uns wegen der Anomalien zu berichtigen, denen jedes Hygrometer mehr oder weniger unterworfen ist. Bei Scheibchen hingegen erzeugen diese Anomalien nur einige Unregelmäßigkeiten in den Beobachtungen ohne eine täuschende Folge in Rücksicht der Gesetze der Feuchtigkeit, und können hintergehen, wenn sie im kritischen Theile des Ganges einiger Fäden sich zutragen; z. B., wenn vermöge einer gewissen zufälligen Lage der Bestandtheile in einem Scheibchen von Fischbein es sich zuträgt, daß einige Zehntheile eines Grads Unterschied von einem Versuche bis zum andern an dessen Punkt der größten Feuchtigkeit erfolgt, so kann diese Anomalie zur Bestimmung dessen von keiner Folge seyn, was als dieser Zustand in dem Medium muß angesehen werden; allein ereignet es sich beim Haare, welches bei Näherung der größten Feuchtigkeit nur eine sehr geringe Bewegung hat, so kann es diejenige umkehren, die es von Natur gehabt hatte, (wie ich zuweilen beobachtet habe) und eine Ursache der Täuschung werden.

84. Ich habe izt gezeigt, wie blos zufällige Umstände die Ursache eines Unterschieds in den Ideen gewesen sind, die Herr de Saussüre und ich darüber entworfen, was in jedem Falle unter der größten Feuchtigkeit zu verstehen sey; diesen ganzen Gegenstand will ich nunmehr durch ein besondres Faktum zu erläutern suchen.

Ein

Ein Hygrometer von einem Faden Buchsbaumholz, oder von einem dünnen Fascikel der Fibern dieses Holzes gemacht, werde in die freie Luft neben ein Haarhygrometer, oder neben andere Instrumente dieser Art gesezt, so wird es sich denselben ganz entgegen bewegen; allein wir können diesen Umstand bei Seite legen und annehmen, daß die Zahlen, die auf dem Zifferblatte des erstern bemerkt worden, in entgegengesezter Richtung gegen die andern Instrumente wachsen. Man nehme nun an, ein Naturforscher habe den Buchsbaumfaden zu seinem Hygrometer gewählt, so werde ich mit ihm in keine Streitigkeit über den Punkt der größten Feuchtigkeit kommen, denn sowohl unter dem verschloßnen Gefäße, als in jeder andern Bedeckung, die sich der größten Feuchtigkeit nähert, würde sein Hygrometer einerley Bewegung mit dem meinigen gehabt haben. Allein der Buchsbaumfaden, so wie er sich der größten Feuchtigkeit nähert, wird erstlich langsamer, nachgehends stillstehend, und endlich rückgängig; vermöge dieser Eigenschaft unter Zusammentreffen einiger zufälligen Umstände, als sich bei den Versuchen des Herrn de Saussüre ereignet haben, würden die nämlichen Untersuchungen, die ich mit soviel Mühe in Rücksicht der größten Feuchtigkeit unternommen habe, auf den Punkt der größten Trockenheit übergetragen worden seyn, welcher aber bis izt noch keinen Zweifel erregt hat.

85. Eben dieser Faden erläutert auch einen andern Punkt, der mit dem Zurückgehen seiner Art verbunden ist, aber nicht damit vermengt werden darf: ich meine das Zurückprellen. Die allgemeine Ursache beider Phänomene sind zwei entgegengesezte Wirkungen, die durch Veränderungen der Feuchtigkeit auf die Länge der Fäden bewirkt werden. Das Zurückgehen im Gange in Vergleichung mit demjenigen der Feuchtigkeit wird

durch

durch eine dieser Wirkungen hervorgebracht, welche vorher durch die andre übertroffen worden, wenn sie herrschend wird; und das Zurückprellen, oder ein Zurückgehen um einen Theil des ersten Schritts, wenn die Feuchtigkeit sich plözlich ändert, wird durch eine der Wirkungen erzeugt, die auf die Fibern selbst erfolgt, und die früher geschieht, als diejenige auf die Art des Neßes, was von den Fibern gebildet wird. Wenn nun der Buchsbaumfaden sein Zurückgehen bei Näherung der größten Trockenheit hat, so wird auch das Zurückprellen merklich: man sieht es in den ersten Modifikationen dieses Fadens, wenn er in mein trocknes Gefäß gethan wird, aus den rück- und vorwärts gehenden Bewegungen, wie bei andern Fäden, wenn sie aus dem Wasser genommen, oder einer andern plözlichen Veränderung der Feuchtigkeit ausgesezt werden. Da der Buchsbaumfaden eine langsame Bewegung hat, so ist kein Zurückprellen in dessen allgemeinem Gange deutlich zu unterscheiden; dahingegen das Haar und die Gänsefeder, welche dem Anscheine nach sehr schnell sind, insgemein eine sehr gestörte Bewegung haben, wenn die Feuchtigkeit eine plözliche Veränderung erleidet. Ich habe sie in freier Luft, und wenn sie stille standen, sehen schnell einen Raum von 2 bis 3 Grad machen, und denn so wie sie langsamer zurückprellten, zuweilen wieder bis zu dem nämlichen Punkte kommen sehen, wo sie vorher standen, während dem, daß mein Hygrometer eine stete Veränderung erlitt, die in der ersten Richtung jener erfolgte. Dieses Phänomen einer vollkommenen Zurückprellung in dem stille stehenden Zustande schneller Fäden, ist dem Zurückprellen des Zeigers in denjenigen Glasrahmen ähnlich, die ich in der ersten Abhandlung §. 59 beschrieben, welche einen Ersaz für die Veränderung der Hize durch ein schwaches messingenes Blättchen haben: da dieses schneller als gläserne Stäbe von plözlichen Verände-

rungen der Wärme leidet, so bewegt sich der Zeiger erst nach einer Richtung, und geht sodann vollkommen zurück, da die Veränderung später in die Glasstäbe wirkt.

86. Die Versuche, welche in dieser Abhandlung kurz angeführt worden, werden, wie ich hoffe, hinreichend seyn, folgende Frage zu beantworten, welche mir von einigen Beobachtern der zwei hier mit einander verglichenen Haupthygrometer sind gemacht worden. „Warum kommt das Haarhygrometer, wenn es der freien Luft am Tage ausgesezt wird, so oft nahe zu dessen Punkte der größten Feuchtigkeit, indeß das Fischbeinhygrometer beinahe niemals innerhalb 30 Grad Entfernung von diesem Punkte im Sommer, und sehr selten bis 20 im Winter, selbst bei Regenwetter (doch vor Regen gesichert) kommt?" Die Antwort zu Folge der Resultate dieser Versuche ist diese: „der allgemeine Gang des Haarhygrometers ist sehr abnehmend in Vergleichung mit gleichem Zunehmen der Feuchtigkeit; dieser Gang vorwärts endigt sich in einen stillstehenden Zustand, worauf ein geringes Zurückgehen erfolgt; indeß das Fischbeinhygrometer beständig einen, wenn auch nicht verhältnißmäßigen, doch wenigstens einen dem Steigen oder Abnehmen der Feuchtigkeit selbst ähnlichen Gang hat."

87. Noch ist die Untersuchung oder die Bestimmung der hier allgemein ausgedruckten Verhältnisse übrig. Ich habe in dem ersten Theile dieser Schrift die Schwierigkeiten dieses Gegenstands und die Hülfe erklärt, die von der Vergleichung der Gänge der Hygrometer mit der Schwere der Substanzen erhalten werden dürfte, von welchem Verfahren ich denn auch einige Beispiele gab. Hier will ich nun noch ähnliche Versuche über Haar, Fischbein, Buchsbaum und Aloes pitta anführen. Da ich aber bereits das Verfahren und die Art der Berech-

nung

nung dieser Versuche selbst beschrieben, so will ich blos hier die Resultate der leztern geben.

88. Indessen muß ich vorher einer andern Reducirung erwähnen, die ich den erstern beigefügt habe. In der ersten Tafel, die ich von diesen Versuchen gegeben, folgte ich der unmittelbaren Eintheilung meiner Instrumente, wo 0 für die größte Trockenheit und 100 für die größte Feuchtigkeit angesezt ist. Allein unter dieser Form würde der Punkt 100 von Herrn de Sausüre genannt, nicht gehörig deutlich werden, da er die größte Länge des Haars anzeigt, indeß der Punkt 100 auf meiner Skale den Stand dieses Fadens im Wasser giebt, wo er einen geringen Zurückgang erleidet. Auch würde solchergestalt der größte Theil der Glieder in der Beobachtung über den Buchsbaumfaden negativ werden, da er sich sehr lange in einer entgegengesezten Richtung gegen andre Hygroskope bewegt. Daher habe ich denn aus diesen Ursachen, anstatt den Punkt der größten Trockenheit 0, und denjenigen der größten Feuchtigkeit 100 zu nennen, in folgenden Tafeln die erste Benennung auf die kleinste Länge jeder Substanz, und leztere auf die größte Länge angewendet. Diese Reducirung erzeugt keinen Unterschied in den Verhältnissen zwischen den Gliedern und keinen in den Gliedern selbst in Rücksicht auf Scheibchen, da hierin die größte Länge immer vermöge der größten Feuchtigkeit, und die geringste vermittelst der größten Trockenheit bemerkt wird.

II. Tafel der komparativen Veränderungen in der Schwere und Länge von einerley Subſtanzen, durch einerley Anwachs der Feuchtigkeit, verglichen mit dem Gange des Scheibchen von Fiſchbein von 5 zu 5 Grad.

	Fiſchbein		Haar		Aloes pitta	
	Anwachs der Schwere in Spänen.	Gang des Scheibchen	Anwachs der Schwere in einer Maſſe Haare	Gang des Haars.	Anwachs der Schwere in einer Maſſa Pitta.	Gang des Fadens von Pitta.
Gröſte Trockenh.	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	6.0	5	4.8	15.7	6.0	20.6
	11.8	10	8.8	29.0	11.8	35.1
	17.3	15	12.5	40.0	17.3	51.6
	22.2	20	15.9	50.4	22.2	57.6
	26.8	25	19.1	59.7	26.8	75.6
	31.2	30	22.2	67.5	31.2	71.9
	35.2	35	26.6	74.4	35.2	76.3
	39.7	40	29.0	79.3	39.7	83.0
	44.0	45	32.0	83.3	44.0	86.6
	48.1	50	35.0	88.0	48.1	93.6
	52.1	55	38.2	90.0	52.1	96.5
	57.1	60	43.3	92.8	57.1	94.7
	61.7	65	49.8	94.1	61.7	98.2
	66.3	70	55.3	95.4	66.3	100.0
	71.9	75	61.9	97.0	71.9	99.2
	77.6	80	68.7	100.0	77.6	98.2
	*83.2	85	*76.0	99.5	*83.2	96.8
	*88.8	90	*84.0	99.2	*88.8	94.1
	*94.4	95	*92.0	98.6	*94.4	91.9
im Waſſer	*100.0	100	*100.0	97.7	*100.0	88.3

89. Im obigen und folgenden Verſuchen wurde mit der nach und nach eingelaſſenen Feuchtigkeit in das Gefäß angehalten, ſobald das Scheibchen von Fiſchbein auf 80 ſtand, da über dieſen Punkt der geringſte Unter-

schied in der Temperatur zwischen den Theilen des Apparats große Anomalien erzeugt; daher sind denn auch folgende Glieder in den drei Kolonnen der Schwere, die mit * bemerkt sind, blos (wie ich in der ersten Tafel angemerkt habe) in der Absicht hinzugethan worden, um ein gemeinschaftliches Muster zwischen den Veränderungen der Schwere und dem Gange der andern Instrumente zu haben. Allein die bemerkten Glieder blieben in ihren ursprünglichen Verhältnissen, und aus diesen sehen wir, daß der Gang eines Scheibchen von Fischbein nicht weit von dem nach und nach erfolgenden Wachsthum der Schwere in seiner eignen Substanz abweicht; und daß, wenn es aus dem Apparat genommen, und unmittelbar in Wasser getaucht wird, in der nämlichen Richtung wie vorher fortgeht, bis es seinen festen Punkt erhalten, indeß das Haar vergleichungsweise mit der anwachsenden Schwere seiner eignen Substanz im Anfange seines Ganges große, und zu Ende desselben vor 100 sehr kleine Fortschritte macht, und alsdenn ein wenig zurück geht, wenn es aus dem Apparat genommen und in Wasser getaucht wird. Ueberdies sehen wir aus dieser Tafel, daß der Faden von Aloes pitta, welcher im Anfange größere Fortschritte als das Haar macht, nach einem längern Stillstande und Unbestimmtheit einen bestimmten Anfang des Zurückgangs zu der nämlichen Zeit hat, als dessen eigene Substanz fortfährt, eine Schwere in dem Apparat anzunehmen, und in diesem rückgehenden Gange fortfährt, wenn es nach der Herausnehmung aus dem Gefäße in Wasser getaucht wird.

90. Folgende Tafel wird diese charakteristischen Unterschiede der Scheibchen und Fäden noch weiter erläutern, deren Bestimmung für die Hygrometrie so wesentlich war.

III. Tafel von Versuchen über die komparativen Veränderungen in der Schwere und Länge einerley Substanz beim Anwachse der Feuchtigkeit.

		Buxbaum		
	Scheibchen von Fischbein.	Gang des Scheibchen.	Anwachs der Schwere in Spänen.	Gang des Fadens.
Gröste Trockenheit	0	0.0	0.0	72.8
	5	4.5	7.3	87.2
	10	9.5	12.8	93.2
	15	14.5	17.8	97.8
	20	20.0	22.6	100.0
	25	25.7	27.3	95.9
	30	31.5	31.8	92.7
	35	38.0	38.5	88.6
	40	45.5	44.5	79.9
	45	51.5	49.7	70.3
	50	56.5	54.8	63.9
	55	61.2	59.1	57.3
	60	65.7	63.1	51.0
	65	69.7	66.4	47.5
	70	73.7	69.6	40.9
	75	77.7	76.6	31.4
	80	81.5	80.0	21.7
	85	85.9	*85.0	16.0
	90	90.5	*90.0	10.4
	95	95.5	*95.0	5.1
im Wasser	100	100.0	*100.0	0.0

Wir sehen in dieser Tafel das Scheibchen von Buxbaum bei seinem Anwachs der Länge, dem Anwachs der Schwere in den Spänen des nämlichen Holzes beinahe auf gleiche Art folgen, wie die Scheibchen von Fischbein, Federkiel und Tannenholz denjenigen ihrer eigenen Späne folgen, indeß der Faden von Buxbaum, nachdem er einige Länge bei Verminderung des Fortschritts erhalten, bald anfängt sich zu verkürzen, während dem

zu der nämlichen Zeit dessen Substanz fortfährt, Wasser anzunehmen, wo er am kürzesten ist, wenn er kein Wasser in seinen Poren mehr aufnehmen kann. Dieser Ueberschuß des hygroskopischen Phänomens der Fäden muß denn solchemnach ein volles Licht über die Beschaffenheit dieser Hygroskope geben.

91. Ich will nun noch in zwei Tafeln die komparativen Gänge aller Fäden und aller Scheibchen aufnehmen, welche ich bis gegenwärtig diesem regelmäßigen Verfolge von Versuchen unterworfen, ohne mehrere von jeder Klasse zu erwähnen, deren Gang ich blos aus allgemeinen Beobachtungen kenne. Die folgende Tafel soll die Versuche über Fädrn enthalten; unter denselben befinden sich zwei schwache natürliche Körper, welche in dieser Rücksicht dem Haare gleich sind, der eine eine anomalische Substanz ist eine schwache Stachel vom Stachelschweine, der andre eine vegetabilische, ein schwacher Grasstengel.

Tafel des korrespondirenden Ganges bei einerlei Anwachs der Feuchtigkeit in verschiedenen Fäden von vegetabilischen und animalischen Substanzen der Länge nach genommen.

	Stachel vom Stachelschwein	Fischbein	Haar	Darmsaite	Aloespitta	Gänsefeder.	Tannenholz.	Gras	Burbaum.	Scheibchen. von Fischbein
Größte Trockenh.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	72.8	0
	18.0	12.0	15.6	9.7	20.6	37.0	33.2	26.8	87.4	5
	34.0	29.9	29.4	19.2	35.1	66.6	54.8	48.4	93.2	10
	48.8	39.9	40.9	26.8	51.6	78.7	†74.9	67.1	97.8	15
	62.3	50.8	50.5	37.0	57.6	88.0	84.6	†76.6	*100.0	20
	73.3	58.8	59.2	47.1	75.6	†93.4	89.8	83.9	95.9	25
	81.0	65.3	68.8	57.3	71.9	97.2	93.8	90.5	92.7	30
	86.8	70.8	73.0	67.4	76.3	99.0	96.9	95.1	88.6	35
	90.8	76.1	78.3	75.6	83.0	94.4	94.3	98.6	79.9	40
	93.0	81.4	82.1	82.9	†86.6	96.2	97.7	*100.0	†70.3	45
	95.0	85.4	86.1	87.8	93.6	99.0	*100.0	98.8	63.9	50
	94.5	88.4	88.8	†91.6	96.5	95.3	94.6	98.0	57.3	55
	97.0	90.8	91.6	94.7	94.7	97.2	97.0	97.2	51.0	60
	96.5	92.8	93.8	96.3	98.2	98.2	94.6	96.2	45.7	65
	96.5	95.2	95.6	97.8	*100.0	*100.0	93.0	94.8	40.9	70
	95.0	97.1	97.2	98.7	99.2	99.0	91.4	92.6	31.4	75
	97.0	98.1	†98.0	*100.0	98.2	98.2	89.0	89.8	21.7	80
	98.0	99.1	100.0	98.7	96.8	97.2	86.9	86.5	16.0	85
	98.6	†99.6	*100.0	96.8	94.1	95.8	84.6	84.0	10.4	90
	99.1	*100.0	99.3	94.5	91.5	94.4	81.9	80.9	5.1	95
im Wasser	100.0	99.5	98.3	91.8	88.3	92.5	79.0	77.0	0.0	100

92. Hier zeigt der Stachel des Stachelschweins kein Zurückgehen; indessen übereinstimmend mit dieser Gattung fand es sich bei andern Versuchen. Seine lezten Fortschritte haben das Unstäte des stillestehenden Zustandes, und sind dadurch Anomalien unterworfen. Wegen der nämlichen Ursache haben keine der übrigen Fäden genau die nämlichen Fortschritte bei irgend zwei Versuchen, obschon im Ganzen ihr Gang wesentlich der nämliche bleibt. Der hier angegebene Gang des Haarhygrometers, in Vergleichung mit dem meinigen, ist das mittlere Resultat von drei Versuchen mit drei verschiedenen Instrumenten; eins der Haarhygrometer, welches ich gebraucht habe, erhielt ich von Herrn Paul aus Genf, und sein Punkt der größten Feuchtigkeit war in einem Nebel festgesezt worden. Das geringe und veränderliche Zurückgehen des Fadens von Fischbein und des Haars hätte übersehen werden können, wäre es nicht wegen der andern Fäden bemerkt worden, bei welchen das Zurückgehen vor dieser Periode anfängt, wo der Stand der Feuchtigkeit schwer zu bestimmen ist; allein von diesen Fäden wird dieses Phänomen in ein helles Licht gesezt, welches auch auf andre sich erstreckt. Ich habe die größte Verlängerung jeder derselben mit * bemerkt, und durch † einen Punkt angegeben, nahe bei welchem ihre Verlängerung anfängt, und zu welchem sie endlich wieder zurückgehen. Diese Zeichen werden das Auge in der obigen Tafel leiten, welches denn deutlich zeigt, daß kein Faden zu einem Hygrometer schicklich ist.

Tafel der korrespondirenden Gänge der Scheibchen oder fiberartigen vegetabilischen und animalischen Substanzen quer über die Fibern genommen, und solcher, welche keine merkliche Fibern haben.

	Gänsefeder	Stachel des Stachelschweins	Scheibchen von Fischbein	Buxbaum	Tannenholz	Elfenbein in der Breite.	Elfenbein in der Länge	Schildkrötschale	Horn in der Breite	Horn in der Länge.
Größte Trockenh	0. 0	0. 0	0	0. 0	0. 0	0. 0	0. 0	0 0	0. 0	0. 0
	4. 8	4. 8	5	4. 5	5. 4	6. 1	8. 3	11. 0	9. 5	13. 8
	9. 7	8. 8	10	9. 5	11. 2	12. 7	16. 6	21. 5	18. 5	26. 8
	14. 4	12. 0	15	14. 5	16. 5	18. 7	24. 6	31. 5	27. 5	38. 8
	19. 2	17. 0	20	20. 0	21. 9	24. 9	31. 5	38. 5	37. 0	48. 8
	23. 9	23. 4	25	25. 7	27. 2	30. 4	37. 6	45. 4	46. 5	58. 0
	28. 5	29. 4	30	31. 5	32. 7	35. 4	43. 6	51. 9	54. 5	64. 6
	33. 3	36. 0	35	38. 0	38. 3	41. 9	49. 7	58. 3	62. 1	71. 0
	38. 3	41. 4	40	45. 5	43. 7	47. 4	56. 3	63. 8	68. 7	75. 5
	42. 9	45. 4	45	51. 4	49. 2	53. 5	62. 4	69. 0	72. 3	78. 5
	47. 4	49. 8	50	56. 5	54. 6	58. 5	67. 4	72. 8	77. 0	82. 2
	52. 4	54. 8	55	61. 2	59. 9	63. 5	71. 6	76. 4	79. 7	86. 2
	56. 9	59. 7	60	65. 7	64. 9	68. 0	76. 1	79. 4	84. 3	89. 6
	61. 9	64. 4	65	69. 7	69. 7	72. 1	79. 1	82. 4	86. 4	92. 4
	67. 2	68. 5	70	73. 7	74. 5	76. 1	82. 9	84. 9	88. 4	93. 4
	72. 2	73. 5	75	77. 7	79. 0	80. 1	86. 7	88. 2	90. 2	94. 4
	77. 8	78. 9	80	81. 5	83. 5	84. 5	90. 4	91. 2	92. 0	95. 4
	82. 8	83. 9	85	85. 9	87. 5	87. 8	92. 4	93. 8	94. 0	96. 6
	88. 2	88. 9	90	90. 5	92. 0	92. 0	94. 5	96. 2	96. 1	97. 8
	94. 0	94. 4	95	95. 3	96. 0	96. 0	97. 5	98. 6	98. 1	99. 0
im Wasser	100. 0	100. 0	100	100. 0	100. 0	100. 0	100. 0	100. 0	100. 0	100. 0

93. Diese lezte Tafel ist die wichtigste, da sie eine Klasse von Hygroskopen enthält, welche im Allgemeinen folgende vornehmste Erfordernisse für ein Hygrometer besitzen; 1) daß sie ohne alle Täuschung sowohl die größte Trockenheit als die größte Feuchtigkeit anzeigen können; 2) daß sie sich beständig in einerlei Richtung, wie die Feuchtigkeit selbst bewegen; 3) daß sie stets Bewegung äußern, wenn die Feuchtigkeit sich ändert. Es könnte scheinen, als ob der Gang des Scheibchen von Horn der Länge nach genommen, vermöge seiner abnehmenden Progression, demjenigen der dünnen Stachel des Stachelschweins nahe käme; allein, wie ich schon erwähnt habe, unter dem Fortschreiten der leztern giebt es zufällige Zurückgänge, welche Neigung ich bei erstern niemals bemerkt habe, sondern es folgt bei seinem leztern geringen Fortschreiten beständig den Bewegungen jedes andern Scheibchen.

94. Das Uebereinkommende aller Scheibchen in dieser leztern Rücksicht ist ein sehr wesentlicher Umstand in der Hygrometrie, da wir eben dadurch versichert werden, daß wir die Fälle nicht mißverstehen können, wenn die Feuchtigkeit in der Atmosphäre auf den höchsten Punkt gekommen; ein sehr wichtiger Punkt zu Entdekkung der Beschaffenheit verschiedener meteorologischer Phänomene. Kein Scheibchen wird hiebei eine Täuschung verursachen, indeß im Gegentheil jeder Faden in zweifelhaften Fällen hintergeht, und selbst große Irrthümer erzeugt, wenn es, dem Beobachter unbewußt, sich zuträgt, daß er sich im Anfange seiner Verlängerung befindet. Indessen entstand eine Frage, die in dieser Rücksicht entschieden werden muß, nämlich, ob eine große Feuchtigkeit in dem Medium nicht eine Ursache der Veränderung in dem Gange irgend eines Hygroskops sey, indem auf dessen Substanz eine plözliche unregelmäßige Verlängerung erzeugt würde. Diese zufällige

fällige Frage wird durch alle Hygroskope beider Klassen negativ beantwortet: denn in Rücksicht der Fäden, anstatt sich plözlich in dieser Periode der Feuchtigkeit zu verlängern, haben sie eine rückgängige Bewegung, die sie entweder fortsetzen oder nur anfangen, die Scheibchen aber folgen bei der Verlängerung in dieser Periode blos ihren erstern Gesetzen: die Scheibchen, welche, verglichen mit denjenigen von Fischbein, anfangs kleine Fortschritte machen, und welche folglich in wachsender Progression sich bewegen, fahren blos fort dieser Progression zu folgen; und diejenigen, welche zuerst große Fortschritte machen, und folglich einen abnehmenden Gang haben, machen sodann kleine Schritte, übereinstimmend mit ihrem ihnen eigenen Gesez; keine von diesen Hygroskopen beider Klassen zeigen daher ein plözliches Anhalten, was durch irgend einen Grad der Feuchtigkeit in dem Medium, oder bei Anwendung des Wassers selbst verursacht werde; jedes von ihnen folgt vom Anfange der Skale bis zu Ende ihrer eigenen Progression; und in Rücksicht der Scheibchen ist die Feuchtigkeit in dem umgebenden Medium nie die größte, so lange als sie in ihren gehörigen Progressionen nicht ihre größte Länge erreicht haben.

95. Unsre Hygrometer sollten daher aus einem Scheibchen gemacht werden: allein bei dieser großen Ungleichheit, die man in ihrem Gange bemerkt, welches von ihnen muß man wählen, daß es den wahren Gang der Feuchtigkeit anzeige? Noch läßt sich bestimmt keinem der Vorzug geben. Es ist wahr, daß wenn wir auf das Anwachsen der Schwere dieser Substanzen, als Mittel, des wahren Fortgangs der Feuchtigkeit in dem umgebenden Medium versichert zu seyn, Rücksicht nehmen, so gäbe die mittlere Schätzung von sechs Versuchen dieser Art, die ich in dieser Abhandlung angeführt habe, dem Fischbeinscheibchen den Vorzug; indessen be-

trachte ich dies immer noch nicht weiter entschieden, als insoferne dies den komparativen Gang der Scheibchen und Fäden anbelangt, und da meine Gründe in Rücksicht einer mehr bestimmten Entscheidung nicht blos obenhin geschehen können, so muß ich sie gegenwärtig überschlagen.

96. Noch ist jedoch, wie ich schon erwähnt habe, dies es nicht, was unsre Wahl über die Substanz zu einem Hygrometer bestimmen muß, da die Beobachtungen selbst aus den Folgen deutlich sind, die von ihnen gezogen werden können. Wir wollen den Fall annehmen, (den ich auch nicht aufgebe) daß mit der Zeit und unter Nachforschungen irgend ein Verfahren ausgefunden werden könne, wodurch bekannte Größen der Feuchtigkeit nach und nach in dem Medium selbst erzeugt werden dürften. Der Nutzen dieses Verfahrens für die Hygrometrie wird denn sein, wie Herr de Sauffüre zu thun angefangen hat, an irgend einem Hygrometer die nach und nach erfolgenden Wirkungen dieser bekannten Größen von Feuchtigkeit zu bemerken, wornach denn eine Tafel der Uebereinstimmung zwischen den gleichen Graden der Skale des gewählten Instruments, und den wahren Größen der Feuchtigkeit in dem Medium gemacht werden könnte, welche Tafel sodann dienen würde, sowohl vorhergegangene als künftige Observationen, die mit diesem Instrumente gemacht worden, zu berichtigen. Es beruht daher nicht auf die Materie zum Hygrometer, wenn sie nur in jeder andern Rücksicht zulässig ist. Wir wollen daher untersuchen, welches unter den Scheibchen die wesentlichsten Eigenschaften eines Hygrometers besizt, um es zum allgemeinen Gebrauche zu komparativen Observationen anzuwenden, und worauf folglich künftige Entdeckungen in Rücksicht der wahren Verhältnisse zwischen den Größen der Feuchtigkeit selbst angewandt werden könnten.

97.

97. Stetigkeit ist sicherlich eine der vornehmsten Erfordernisse für ein solches Instrument, und in dieser Rücksicht kommt kein Scheibchen demjenigen von Fischbein gleich. Diese Eigenschaft war der vornehmste Bewegungsgrund meiner Wahl; und als ein Beispiel davon will ich blos erwähnen, daß ich eben izt ein Instrument dieser Art in Wasser gesezt, was über zehn Jahre gestanden und zu seinem Punkt der größten Feuchtigkeit gekommen ist, als ob es gestern bestimmt worden; denn ohne Rücksicht auf Entfernung der Observationen kann zwischen ihnen ein Unterschied von einigen Zehntheilen eines Grads Statt finden. Einige andre Scheibchen können auf einen gewissen Grad der Stetigkeit gebracht werden, wenn man untersucht, wie weit sie sich strecken lassen; allein dies hat man bei einem Scheibchen von Fischbein nicht nöthig: wenn z. B. nachdem sein Punkt der größten Feuchtigkeit bestimmt worden, während es zu einem gewissen Grad gestreckt wurde, dieses Strecken sehr vermehrt wird, so wird es eine absolute Länge erhalten; allein es wird wieder stetig auf einen neuen Punkt, den man in Wasser genommen.

98. Eine andre Eigenschaft des Fischbeinscheibchen, die anfangs der erstern widersprechend zu seyn scheinen dürfte, ist dessen große Ausdehnbarkeit, worinn es alle Substanzen übertrifft, die ich versucht habe. Ein solches Scheibchen verlängert sich mehr als um den achten Theil seiner selbst von der größten Trockenheit bis zur größten Feuchtigkeit, welches denn beim Baue und bei der Beobachtung dieses Instruments viele Vortheile gewährt. In Rücksicht der Beobachtung, wenn es dem Winde ausgesezt wird, ist der Unterschied zwischen den Chorden der Bögen seiner Biegung und seiner wahren Länge so geringe, in Vergleichung mit dessen hygroskopischen Veränderungen, daß die Unbestimmtheit

seines

seines Zeigers beinahe in einem Raume von ein oder zwei Graden begränzt bleibt, wo es denn unmöglich wird, Hygrometer zu beobachten, deren Substanz wenig Ausdehnung hat. Endlich ist unter allen Substanzen, von denen ich Scheibchen genommen, keines so schwach zu machen, als Fischbein. Ich habe Mittel gefunden, davon sehr leicht solche Scheibchen zu erhalten, die bei einer Länge von acht Zoll ohngefähr nur $\frac{1}{10}$ eines Gran schwer waren. Alle diese entscheidenden Eigenschaften des Fischbeins scheinen daher als hygroskopische Substanz zu Hygrometern am geschicktesten zu seyn.

Beschreibung des Fischbeinhygrometer.

Ich will izt den Bau desjenigen Instruments beschreiben, das ich nach einer langen Erfahrung als entsprechend gefunden habe. Die erste Figur Tafel I. zeigt dessen Form zum allgemeinen Gebrauche. Einige dieser Instrumente sind von der nämlichen Größe, wie die Figur, können aber auch leicht kleiner gemacht werden, und insgemein sind sie auch in jeder Dimension nur halb so groß. Das Gestelle wird man hinreichend aus der Vorstellung kennen lernen, weswegen ich mich denn auch nur auf die einzelnen Theile einschränken will. Der Fischbeinstreifen ist durch a b vorgestellt, und an dessen Ende a sieht man eine Art Haarzange, die blos aus einem abgeplatteten gebogenen Drahte besteht, der an dem Ende spitzig zugeht, wo der Streifen, vermittelst eines Ringes, welcher eingeschoben worden, gehalten wird. Das Ende b ist mit einem beweglichen Stängelchen c) verbunden, welches vermittelst einer Schraube seine Bewegung erhält, um den Zeiger gehörig zu stellen. Das Ende a des Streifen ist in einen schwachen messingenen Draht eingehakt; so ist auch an dem andern Ende gleichfalls ein sehr schwaches silbernes Blättchen gehakt, welches an diesem Ende Haarzangen, gleich derjenigen am

Strei-

Streifen hat, und welches an dem andern Ende an der Welle durch einen Stift in einer Oefnung befestiget ist. Die Feder d, wodurch der Streifen angezogen wird, ist von silbernem Drahte; die Kraft, die sie auf den Streifen äußert, beträgt ohngefähr 12 Gran, und mit diesem Vortheil vor einem Gewichte, (außer der Vermeidung verschiedener Unbequemlichkeiten desselben) welches in Verhältniß als der Streifen bei dessen Verlängerung durch das Eindringen der Feuchtigkeit schwach wird, verliert die Feder, so wie sie sich zu gleicher Zeit aufwindet, einen Theil ihrer Kraft. Die Welle hat sehr kleine Zapfen, deren Ansätze verhindert werden, daß sie nicht gegen das Gestelle streifen, indem sie zu beiden Enden, jedoch frei, innerhalb Schrauben liegen, deren vordere bei f vorgestellt worden. Der Abschnitt dieser Welle von der Größe für einen Streifen von ohngefähr 8 Zoll ist Fig. 2 vorgestellt; der Streifen wirkt auf den Durchmesser a, a, und die Feder auf den kleinern Durchmesser b, b.

Eine andre Einrichtung des nämlichen Instruments ist nach seinen halben Dimensionen Fig 3. Taf. I. vorgestellt. Die wesentlichen Theile dieses Hygrometer sind die nämlichen, wie im andern; daher ich nur des Unterschieds in Rücksicht des Gebrauchs, es äußerlich an ein Fenster zu befestigen, erwähnen will. Die Zeichnung stellt die Art vor, nach welcher es befestiget wird, nebst dem Zifferblatte, welches halb gegen den Beobachter vermöge des eigentlich dazu eingerichteten Hakens ober- und unterhalb gewendet ist. Der feste Theil des Instruments ist Fig. 4 vorgestellt, und ist ein halbes Rohr, der Länge nach in der Mitte durchschnitten, woran seitwärts zwei vertikale Reihen großer Oefnungen sich befinden. Ueber diese halbe Röhre geht eine andre ganze; in dieser Rücksicht wird der Theil a, a weggenommen, nachdem man die Mutterschraube b, die zum Theile d

gehört,

gehört, abgeschraubt hat. Diese leztere ist eine kleine offne Röhre, an der äußerlich eine Schraube geschnitten worden. Die große äußere Röhre hat auch zwei vertikale Reihen Löcher in solcher Entfernung von einander, daß, indem eine Reihe derselben mit der einen Reihe in dem halben Rohre übereintrift, die andre vorwärts sich befindet. Die zwei gegenüberstehenden Lagen, in welche diese Röhre gesezt werden kann, sind dazu, damit das Instrument an irgend eine Seite eines Fensters aufgestellt werden kann, und jede dieser Lagen wird bestimmt durch ein Ende eines Schnitts am Boden des Rohrs bei a Fig. 3, welcher sich dann gegen den festen Stift bei c Fig. 4 stemmt. Die Reihen Löcher des Rohrs werden gegen das Zimmer gekehrt, um zu verhindern, daß kein Regen auf den Streifen komme; und da auch das Zifferblatt mit einem Glase vorwärts verschlossen ist, so kann kein Regen zu dem Instrumente gelangen. Auch ist dahin zu sehen, daß der Ort, wo es aufgestellt wird, der Sonne nicht sehr ausgesezt sey, oder wo es davor verdeckt werden kann, ohne jedoch die Zirkulation der Luft zu hindern. Die Verbindung des Streifen mit der äußern Luft vermittelst der Reihen Löcher und der Oefnung am Boden d Fig. 4 ist für diese Art von Beobachtungen hinreichend. Vermöge der Art der Einhakung kann es leicht weggenommen, und irgend wo aufgestellt werden; und hat man nur eine flüchtige Beobachtung zu machen, so kann es ebenfalls leicht weggenommen werden.

II.

Neue Aufhängung der Magnetnadel zu Entdekkung der kleinsten Größen magnetischer Anziehung: desgleichen eine Windfahne von großer Empfindlichkeit, nebst neuen Versuchen über den Magnetismus der Eisenfeilspäne und des Messings von Herrn A. Bennet.

Philos. Transact. 1792. P. I.

Um die verschiedenen Grade des Anziehens zwischen Magneten und eisenartigen Körpern zu entdecken, hat man sich verschiedner Verfahrungsarten bedient. Man hat entweder die Substanz, welche untersucht werden sollen, blos einfach in Berührung mit dem Magnet gesezt, oder man hat sie schwimmend auf Wasser oder Queckſilber gemacht. Nadeln sezt man insgemein auf scharf zugespizte Drähte, und als Verbesserung dieses Verfahrens hieng Herr Cavallo eine Nadel an eine Kette von Pferdehaar, die aus fünf oder sechs Gliedern bestand, und sich frei unter sich bewegten, um solchergestalt der Nadel mehr als einen ganzen Umgang um ihren Mittelpunkt zu geben. Bei Vergleichung dieser Nadel mit andern von den besten gewöhnlichen fand er sie weit empfindlicher. Andre haben die Nadel an feine Fäden oder Seide gehangen: allein da diese, wenn sie sich einigemale herum wenden, leicht eine Abweichung der Nadel von ihrem Meridian verursachen können, so ist ihre Anwendung minder sicher.

Nach-

Nachdem ich jeder der obigen Verfahrungsarten nachdachte, und auch einige derselben im November 1789 selbst untersuchte, so hieng ich auch eine schwache Nehnadel vermittelst eines Fadens von Spinngewebe in das zylindrische Glas eines meiner Goldblattelektrometer; nach den genauesten Versuchen, in Rücksicht ihrer magnetischen Empfindlichkeit wage ich es solchemnach gegenwärtig diese Art von Aufhängung zu Versuchen vorzuschlagen, wo es erforderlich ist, daß die Nadel sich ohne den geringsten Widerstand bewege.

Erster Versuch.

Zufolge der erstaunenden Schwachheit eines Fadens von Spinngewebe (S. Backer's Mikroskop u. s. f. 2 Th. 25 Kap.) konnte man erwarten, daß er eine starke Zwirnung ertragen dürfte, ohne zu verursachen, daß dadurch die Nadel merklich aus ihrem magnetischen Meridian gesezt werden dürfte: um dies indessen aber aus eigentlich dieserwegen angestellten Versuchen zu erfahren, befestigte ich zuerst ein schwaches Haar an die Seite des Glases, worinn die Nadel aufgehangen war, und stellte sie so, daß die Spitze der Nadel genau der Spitze des Haars gegenüber stand. Nun bewegte sich die Nadel vermöge eines Magnets gegen 800 Mal herum, wo ich fand, daß, als ich den Magnet wegnahm, die Nadel genau dem Haare gegenüber stehen blieb: so verursachte also ein Faden von Spinngewebe blos von zwei Zoll Länge bei einem 800maligen Herumdrehen keine merkliche Abweichung.

Zweiter Versuch.

Ein feiner Harfendraht drei Zoll lang, wurde in einem größern Gefäße aufgehangen. Dieser Draht wurde vorher dadurch magnetisch gemacht, indem ich ihn in der Flamme eines Lichts rothheiß glühen, und sodann

sodann in der Richtung des magnetischen Meridians abkühlen ließ, wodurch er denn blos vermöge des Einflusses der magnetischen Atmosphäre der Erde eine Polarität erhielt; da er aber weich war, so besaß er (wie leicht zu erwarten war) nur eine schwache direkte Kraft. Der Faden von Spinngewebe war drei Zoll lang, und ein schwaches Haar wurde durch Firniß an den Nordpol dieses Drahts befestiget, und diente dazu, um genauer dessen Stellung gegen einen in Grade eingetheilten Streifen Elfenbein zu unterscheiden. Dieser Draht wurde wie vorher mehr als 1000mal herumgedreht, blieb aber, so wie man aufhörte, genau auf dem nämlichen Grade stehen, daß folglich das Zwirnen des Fadens von Spinngewebe keine merkliche Abweichung erzeugt hatte.

Dritter Versuch.

Ein feiner Faden eines Spinngewebes wurde an die Spindel eines Rades befestiget, dergleichen man sich zum Flachsspinnen bedient; das Rad wurde so gesezt, daß Spindel und Faden eine senkrechte Richtung hatten. An das Ende des Fadens, welcher ohngefähr $2\frac{1}{2}$ Zoll lang war, wurde an dem schmalern Ende eine Fiber von dem Barte einer Gänsefeder befestiget: das untere Ende der Fiber lag auf einem Buche. Das Rad wurde so lange herumgedreht bis die Spindel über 18,000 Umgänge gemacht hatte. Während dem wurde der Faden des Spinngewebes um einen Zoll kürzer, doch alles dieses Zwirnen verursachte keineswegs, daß die Fiber sich herumbewegt hätte, als sie von dem Buche aufgehoben ward. Als man die Spindel noch gegen 500 Umdrehungen machen ließ, zerriß der Faden sichtbar vermöge dieses Zwirnen.

Verschiedene gezwirnte Fäden vom Spinngewebe wurden vermittelst eines sehr guten Lampenmikroskops, von Herrn Adams gemacht, untersucht, ohne jedoch im Stande zu seyn, nur das geringste Merkmal einer Zwirnung gewahr zu werden, außer wo er doppelt war, und welches das Ansehn des Haars hatte, das von dem Faden abgieng: indessen kann die Zwirnung durch das unbewaffnete Auge im Sonnenschein in einigen Fäden gesehen werden, die man unter Bäumen findet, wo die Spinne wahrscheinlich vom Winde herumgedreht worden, während dem sie von einem Zweige zum andern herabgestiegen.

Vierter Versuch.

Eine Borste wurde horizontal an einen Faden von Spinngewebe aufgehangen, der etwas stärker als der vorige war, und nachdem man das Rad so lange herum gedreht, bis es 4800 Umdrehungen gemacht, so verkürzte dies den Faden von 2 Zoll bis zu 1 Zoll; indessen jedes Ende nach oder gegen die Richtung der Zwirnung bewegte sich gegen eine warme Substanz, welche dargehalten wurde.

Fünfter Versuch.

Verschiedene andre leichte Substanzen wurden an feinen Fäden von Spinngewebe aufgehangen, und in ein zylindrisches Glas von ohngefähr 2 Zoll im Durchmesser gesezt, z. B., der schwächste Theil eines Flügels von der Fliege, das weiche Gefaßer von der Distel und vom Pfaffenblatt, unter denen lezteres am empfindsamsten gegen den Einfluß der Wärme zu seyn schien, denn wenn dieses Gefaßer an das eine Ende eines feinen horizontal aufgehangenen Golddrahts, oder an das Ende zweier mit einander in Gestalt des

umge-

umgekehrten Buchstaben L verbundener Strohhalme befestiget wurde, so bewegte es sich gegen die Person, die in einer Entfernung von 3 Fuß sich näherte, auch bewegte es sich so schnell gegen Drähte, die blos von der Hand erwärmt worden, daß es der magnetischen Anziehung sehr ähnlich war. S. Taf. I. Fig. 5.

Sechster Versuch.

Eine mit kaltem Wasser gefüllte Flasche war dem Glaszylinder nahe gebracht, der in einem warmen Zimmer stand, und bald darauf schien das Gefaßer des Pfaffenblatts von der Flasche zurückgestoßen zu werden, indem es sich davon wegdrehete. Die Flasche ward nunmehr auf die andre Seite gesezt, und das Pfaffenblattgewebe bewegte sich gegen die gegenüberstehende Seite.

Diese Anziehungen und Zurückstoßungen, da sie durch Glas und zwar in einer so großen Entfernung wirkten, schienen mir anfangs Wirkungen der Atmosphären von Wärme zu seyn, die sich auf eine ähnliche Art wie diejenigen der Elektricität äußerten; und als ich sie einem Anhänger an den thierischen Magnetismus zeigte, so war es ihm einleuchtend, daß die leichten Substanzen vermöge der magnetischen Atmosphäre des Körpers die Bewegung erhielten, und daß es einen Unterschied zwischen der Anziehung rechter und linker Hand gäbe: allein die Zweifel meiner naturforschenden Freunde brachten mich dahin, folgenden Versuch zu unternehmen, welcher die Sache vollständig auseinander sezte.

Siebenter Versuch.

Ein Stück Papier wurde über die Mündung eines gläsernen Gefäßes von ohngefähr 4 Zoll im Durchmesser

gebunden. In das Papier wurden einander gegenüber, und nahe an dem Rande des Glases zwei Oefnungen gemacht. Das Gefäß wurde auf eine Tafel gesezt, und darauf eine beträchtliche Zeit stehen gelassen, um in einem nicht eingeheizten Zimmer auszukühlen; ich sezte mich dann nahe davor an die Seite, wo eine der Oefnungen in dem Papiere in dem nähern, und die andre in dem entferntern Ende des Durchmessers war. Ich füllte hierauf ein andres Glas mit Dampf, und sezte es mit seiner Mündung über die zwei Oefnungen in dem Papiere. Den Dampf sahe man izt durch die entfernteste Oefnung sich herabziehen, und indem er sich mit der Luft in dem untern Gefäße vermischte, so zeigte er deutlich, daß die Luft sich gegen die Seite des Glases langsam hinbewegte, die durch meinen Körper erwärmt worden war.

Achter Versuch.

Der lezte Versuch zeigte, daß der Luftstrom, indem er sich gegen die erwärmte Seite des Glases bewegte, und daran sich in die Höhe zog, das breitere Ende des leichten aufgehangenen Körpers, gleich der Fahne eines Wetterhahns bewegen könnte. Damit man aber noch deutlicher sähe, daß dies von einem Strom erwärmter Luft verursacht würde, so hieng ich 3 Zoll Golddraht $\frac{1}{210}$ eines Zolls stark an einen Faden von Spinnegewebe; ohngefähr 1 Zoll des nämlichen Drahts wurde in der Mitte befestiget, und indem er senkrecht von dem Orte, woran der Faden befestiget war, hieng, so erhielt er denselben in einer horizontalen Lage, ohne gestört zu werden, ließ sich jedoch aber durch einen geringen Grad der Bewegung in der Luft, gleich einem Wagebalken auf- und niederwärts bewegen. Unter das eine Ende dieses Drahts wurden erhizte Substanzen gelegt, welche denn verursachten, daß

er

er sich aufwärts bewegte, und es schien, daß er von ihnen mit so viel Stärke zurückgetrieben würde, als er angezogen ward, wenn sie horizontal angebracht wurden.

Nachdem ich nun gefunden, daß ein Faden von Spinngewebe blos ein und einen halben Zoll lang, nachdem er über 18,000 Mal herumbewegt worden, keine merkliche Abweichung der Magnetnadel bewirkte, welches ich seiner großen Feinheit, oder seiner glutinösen Eigenschaft zuschrieb, welche verhinderte, daß er eine Neigung sich aufzuwinden äußere; und daß leichte Substanzen, die daran aufgehangen und in einem Glase verschlossen worden, fähig wären, durch einen so geringen Grad von Hitze, als von einer Person verursacht worden, die in einer Entfernung von drei Fuß von dem Instrumente säße, herumgedrehet zu werden, oder welches selbst durch Drähte oder andre Substanzen erfolge, die blos eine Wärme von dem Halten in der Hand gehabt; und daß, wenn das Instrument in ein kaltes Zimmer gesezt wurde, eine leichte Berührung mit dem Ende meines Fingers ein Schwingen des Flügels einer Fliege oder selbst eines Strohhalms genau gegen die Seite des Glases erfolge, die berührt worden; so konnte denn nunmehr kein Zweifel wegen der freien und ungehinderten Bewegung Statt finden, die eine solchergestalt aufgehangene Magnetnadel haben würde: allein noch ein Versuch zeigte offenbar, daß diese freie und ungehinderte Bewegung größer sey, als durch alle ehemalige Verfahrungsarten erhalten worden.

Neunter Versuch.

Sechs Ringe von Pferdehaar, die genau nach Herrn Cavallo's Anweisung gemacht worden waren, wurden in einem zylindrischen gläsernen Gefäße aufgehangen; an den untersten dieser Ringe wurde ein Faden

von Spinnegewebe drei Zoll lang befestiget. An diesen Faden wurde ein Golddraht um die Mitte einer kleinen Nehnadel rund herum gewunden. Das Gefäß wurde mit dessen Mündung unterwärts, und über den Rand einer Tafel gesezt, indeß die Nadel ein wenig tiefer hieng. Nachdem die Nadel und die Ringe von Pferdehaar vollkommen ruhig waren, so wurde die Spitze der Nadel mit dem Ende meines Fingers berührt, welches machte, daß sie sich sehr geschwind herumdrehete, indessen bewegte dieses Drehen keineswegs die Ringe von Pferdehaar. Ein Harfendraht 21 Zoll lang, wurde vermittelst 10 Fäden von Spinngewebe an dem untern Ringe einer Kette von Pferdehaar aufgehangen; auch dieser ward häufig herumgedreht, ohne daß eine Bewegung an den Ringen erfolgte. Ein Draht von dieser Länge wurde nachher durch Fäden von Spinngewebe in einem eigenen Gestelle aufgehangen, woran eine in Grade eingetheilte Skale von Elfenbein befestiget worden, um die tägliche Veränderung daran zu bemerken; allein die Wärme hatte darauf zu viel Einfluß, daß ich noch nicht im Stande gewesen bin, dieser vorzubeugen.

Zehnter Versuch.

An das Ende eines feinen Golddrahts 3 Zoll lang, und an einem Faden von Spinngewebe in einem zylindrischen Glase aufgehangen, wurde ein schwaches kreisförmiges Stück Papier befestiget; durch eine kleine Oefnung brachte man ein Licht hinein, auch ward der Fokus einer kleinen Linse auf das Papier geworfen, in der Absicht zu beobachten, ob es durch den Einfluß des Lichts eine Bewegung erleiden würde: allein obschon diese Versuche öfters wiederhohlt wurden, und einmal mit Papier, was in einem luftleeren Recipienten aufgehangen worden, so konnte ich doch keine entscheidende Bewegung von den

Wir-

Wirkungen der Hitze gewahr werden. Vielleicht werden merkliche Hitze und Licht nicht durch den Einfluß oder durch geradlinichte Fortgänge seiner Partikelchen, sondern mehr durch Vibrationen bewirkt, die in der allgemein zerstreuten Materie der Wärme oder in dem Fluidum des Lichts geschehen. Ich glaube, neuere Entdeckungen, besonders diejenigen der Elektricität begünstigen leztere Hypothese.

Eilfter Versuch.

Wenn kalte Drähte innerhalb eines gläsernen Gefäßes, und nahe an leichte aufgehangene Substanzen, als Strohhalme, oder sehr feine Drähte, gebracht werden, so treibt eine sehr leichte Bewegung der eingebrachten Substanzen die aufgehangenen Drähte bis zu einer Entfernung von einem Zoll, dem Anscheine nach gleich einem Zurückstoße, hingegen eine entgegengesezte Bewegung zieht sie näher, so daß folglich diese Bewegung der Luft zugeschrieben werden kann. Auch weicht ein Faden von Spinngewebe, ohne daß etwas daran gehangen worden, wenn er so in einem trocknen gläsernen Gefäße hängt, von der elektrischen Atmosphäre einer geriebenen Glasröhre zurück, wenn sie schnell nahe an die äußere Seite des gläsernen Gefäßes gebracht wird, die Röhre sey übrigens positiv oder negativ elektrisirt; wird die Röhre plözlich weggenommen, so folgt der Faden nach. Dies kann man von der Schwierigkeit herleiten, mit welcher der Faden von Spinngewebe seinen Zustand der Elektricität ändert, da er ein unvollkommner Leiter ist, und daß er daher auch, ohnerachtet seiner außerordentlichen Feinheit, unfähig ist, als Elektrometer gebraucht zu werden.

Zwölfter Versuch.

Es ist schlechterdings nothwendig, daß eine Magnetnadel, welche zu Entdeckung der kleinsten Größen magnetischer Anziehung bestimmt ist, in einem gehörigen Apparat eingeschlossen sey, damit die Bewegung der Luft sie nicht störe, und die Substanzen, welche untersucht werden sollen, hinreichend nahe, und unter rechten Winkeln mit der Spitze der Nadel gebracht werden können. Folgendes Instrument wurde zu dieser Absicht errichtet, und ich unterwerfe es der Untersuchung derjenigen, welche Willens seyn dürften, fernere Verbesserung in der Kenntniß des Magnetismus zu machen. Tafel I. Fig. 6 ist A das Fußgestelle des Instruments, $5\frac{1}{2}$ Zoll im Quadrat, und 1 Zoll stark, um horizontal auf eine Tafel gesezt zu werden, übrigens ist es von Mahoganyholze. BB ist ein Rahmen von dem nämlichen Holze, welcher vertikal auf die Mitte des viereckigen Fußgestelles eingeschoben worden, ohngefähr $6\frac{1}{2}$ Zoll hoch, und $5\frac{1}{2}$ Zoll breit. An einer Seite dieses Rahmen ist ein Glas eingelegt, und ein Stück Schreibpapier, oder Goldschlägerhäutchen, oder eine andre dünne Substanz, wird an den Rand des Rahmen auf der andern Seite angepappt, so daß das Glas und das Papier vertikal und parallel gegen einander in einer Entfernung von ohngefähr einem halben Zoll stehen, als welcher Raum für die Nadel hinreichend ist, die dann an einem Faden von Spinngewebe von der Schraube bei C herabhängt, welche durch das Kopfstück D geht, das in einer Oefnung im Rahmen inne liegt, und solchergestalt vermöge des Kopfs der Schraube bei E herausgehoben werden kann. Ohngefähr 10 Grade eines Zirkels werden an einem Streifen Elfenbein bemerkt, welches am Rande des Rahmen bei F befestiget wird. Die Nadel selbst, von einer Länge von 3 Zoll, wird von dem schwächsten stählernen Harfendrahte gemacht, und hängt an einem

Faden

Faden von Spinngewebe, gleichfalls von einer Länge von 3 Zoll. Ein schwaches spitzig zugehendes Haar, das am Nordpole mit Firniß befestiget worden, und sich ohngefähr ein Achtel eines Zolls weiter als das Ende des Drahts erstreckt, bemerkt die Grade auf dem Elfenbein, so daß ihre Bewegung deutlich, besonders aber bei Anwendung einer Linse aufgelesen werden kann. Rund um die Mitte der Nadel wird ein schwacher Golddraht gewunden, an dessen senkrecht stehendem Ende der Faden von Spinngewebe befestiget wird, um die Nadel in horizontaler Lage zu halten.

Das Verfahren, einen Faden von Spinngewebe, dergleichen ich mich bedient habe, zu erhalten, und daran zu befestigen, ist folgendes. Ich nehme ein gabelartiges Stängelchen, welches aus einem Stamme, und zwei oder drei Aesten besteht, die ohngefähr in ihren Enden sechs Zoll von einander stehen, und nachdem ich einen gehörigen Faden in der Ecke eines Gebäudes oder unter Bäumen gefunden, so werden die Enden des Stöckchen mit Firniß geschmiert, und jedes Ende gegen den Faden gebracht, welcher denn solchemnach, wenn die Enden des Stöckchen herumgedreht werden, losgemacht werden kann: oder man kann auch verschiedene solcher Gabelstöcke in einem Zimmer aufstellen, wo Spinnen nicht gestört werden, und sie werden dann bald ihre Fäden daran befestigen.

Wenn nun der Faden auf diese Art zwischen den Aesten ausgedehnt ist, so wird der Stecken auf den Rand einer Tafel, und wo möglich in Sonnenschein gelegt, damit er eine bequeme Lage erhalte, um ihn an die Nadel und Schraube anzubringen, woran er hängen soll. Der oben erwähnte Golddraht wird in Firniß eingetaucht, und gegen das eine Ende des Fadens von Spinngewebe gebracht, damit er sich in dem Firniß verwickle, wel-

cher, da er bald trocknet, den Faden solchemnach befestiget, und er herabhängt, während daß das obere Ende des Fadens noch in dem Gabelstück fest ist. Die Spitze der Schraube in dem Kopfstücke wird sodann gleichfalls in Firniß getaucht, und gegen das obere Ende des Fadens auf gleiche Art gebracht. Endlich wird die Nadel durch die Oefnung oberhalb des Instruments so weit herabgebracht, bis sie dem eingetheilten Elfenbein gegenüber steht. Ist der Faden zu lang, so kann er leicht verkürzt werden, wenn das Kopfstück aufgehoben, an das Ende der Schraube etwas Firniß gebracht, und so herumgedreht wird, daß sich der Faden darum windet, bis er dem Rande des Elfenbeins nahe kommt. Um die Haarspitze am Ende der Nadel in eine genauere Entfernung zu setzen, nachdem das Kopfstück eingelegt worden, drehe man die Schraube vermöge ihres Kopfs E, um dadurch die Nadel zu heben oder zu senken, bis sie ihren gehörigen Stand erhalten. Ein andres Verfahren, die Nadel auf eine leichtere Art zu heben oder zu senken, ist, daß man sich anstatt der Schraube eines schwachen messingenen Drahts bediene, der durch einen Kork gehe; oder man richtet es so ein, daß man den elfenbeinern Zeiger vermittelst einer Schraube heben oder senken könne. Wenn beide Seiten des Instruments von Glas gemacht werden, so kann es vermöge irgend einer durchsichtigen Flüssigkeit gefüllt werden, die am Metalle keinen Rost verursacht, als Weingeist oder Terpentinöl, damit die Nadel sich mit mehr Stätigkeit bewegen, und die Wärme keinen so merklichen Einfluß auf sie haben könne.

Mittel, das Instrument tragbarer zu machen, können leicht erfunden werden, allein ich glaube, jeder einsichtsvolle Naturforscher wird darüber eben nicht weiter verlegen seyn, wenn ein solcher Faden von Spinngewebe zerreißt, da er sehr leicht wieder ersezt werden kann.

Em-

Empfindlichkeit ist die einzige Eigenschaft von wesentlichem Nutzen bei Entdeckungen, wo ein geringer Grad von magnetischer Anziehung bestimmt werden soll.

Dreizehnter Versuch.

Der erste Gebrauch, den ich von meiner solchergestalt aufgehangenen Nadel machte, war, die Polarität verschiedener eiserner Werkzeuge zu untersuchen; und wie leicht erwartet werden konnte, zogen sie auch das Nordende der Nadel an, oder stießen es ab, je nachdem ihre Lage in Rücksicht der magnetischen Atmosphäre der Erde beschaffen war. Eine Stange weiches Eisen, einen halben Zoll ins Gevierte, und neun Zoll lang, brachte eine sehr merkliche Bewegung auf die Nadel in einer Entfernung von ohngefähr 3 Fuß hervor; bei längern Stangen war diese Einwirkung in einer ungleich größern Entfernung; und wenn eine Stange horizontal nahe am Ende der Nadel, und unter rechten Winkeln gehalten wurde, so konnte man es machen, daß sie dieselbe anzog oder abstieß, indem man sie blos einen halben Zoll auf oder nieder bewegte, so daß es schiene, ihre Anziehung mit der Abstoßung aufs Wort abzuwechseln, worüber denn viele erstaunten, die keine Kenntniß von der Lage in Rücksicht der magnetischen Atmosphäre der Erde hatten. Diese Polarität der Lage findet man sehr deutlich, wenn man kleine Nägel, oder kleinere Stückchen Draht über oder unter die Nadel, oder mit dem entfernten Ende gegen Nord oder Süd geneigt hält, welches alles einen sichern Beweis von dem Daseyn einer magnetischen Atmosphäre über der Erde giebt, wo das magnetische Fluidum, wenn es an einem Pole verdünnet, am andern hingegen verstärkt wird, die Polarrichtung der Nadel erzeugt, die in der Schifffahrt so vielen Nutzen äußert.

Vier-

Vierzehnter Versuch.

Auf Verlangen des Herrn Dr. Darwin wiederhohlte ich einen Versuch des Herrn Cavallo über die vermehrte Anziehung der Eisenfeilspäne durch Aufbrausen mit verdünnter Vitriolsäure, wie er in den Philosophischen Transaktionen Vol. LXXVII. aufgenommen worden, und zu Folge seiner Anleitung sezte ich zwei Unzen in einem irdenen Gefäße nahe ans südliche Ende der Nadel, und nachdem ich erst fünf Theile Wasser, und sodann einen Theil gute Vitriolsäure darauf gegossen, so erfolgte ein lebhaftes Aufbrausen, allein an der Nadel konnte ich keine Bewegung verspüren. Ich wiederhohlte dieses sechsmal nach einander, glaubte zuweilen eine geringe Bewegung zu verspüren, war aber derselben doch nicht gewiß, und so zweifelte ich endlich ganz an dem Erfolge, bis ich mich erinnerte, wie viel darauf ankäme, die Eisenfeilspäne in eine gehörige Richtung gegen die magnetische Atmosphäre der Erde zu setzen: denn bisher, obschon die Eisenfeilspäne unter rechten Winkeln mit der Spitze der Nadel gestellt waren, so war doch der Boden des Gefäßes so viel unter derselben, als die Oberfläche der Feilspäne über derselben war. Ich nahm sodann eine Menge in ein Papier gebundener Feilspäne, und indem ich sie der Nadel darhielt, so fand ich, daß der Boden stets den Nordpol zurücktrieb, und der obere Theil ihn anzog; es war daher nothwendig, den Boden des Gefäßes mit der Nadel eben, oder vielmehr darüber zu setzen, welchen Umstand Herr Cavallo nicht erwähnt hatte. So sezte ich nunmehr das Gefäß in einer solchen Entfernung, daß die Nadel um einen Grad von ihrer ersten Lage gezogen ward; als ich nun Wasser und Vitriolsäure wie vorher zusezte, so kam die Nadel noch um einen Grad näher; allein es schien unwahrscheinlich, daß dieses vermehrte Anziehen irgend einer chemischen Veränderung

in

in den Feilspänen zugeschrieben werden sollte; und da es so nothwendig war, der Sache gewiß zu werden, so schien es mir, daß indeß jedes Partikelchen Eisen Blasen von entzündbarer Luft würfe, und hiedurch die senkrechte Höhe der Feilspäne vermehrte, dieser Umstand als die einzige Ursache dieser vermehrten Anziehung anzusehen sey. Um dies zu berichtigen, that ich eine Menge Feilspäne in ein irdenes Gefäß, welche den Boden einen Zoll tief bedeckte; denn indem ich sie so sezte, daß sie die Nadel zwei Grad von ihrem Meridian abzog, bemerkte ich genau, wo das Gefäß stand, und nachdem ich es weggenommen, vermischte ich mit den Feilspänen eine Menge Sand, welcher die ganze Tiefe der Mischung um zwei Zoll erhob; als ich nun das Gefäß wieder an seinen Ort sezte, so fand ich, daß die Nadel über vier Grad von ihrem Meridian weggezogen wurde. Um dies noch mehr zu bestätigen, sezte ich die Eisenfeilspäne unter den Südpol anstatt darüber, und wiederhohlte sowohl das Aufbrausen als auch die Mischung mit Sand, und erzeugte hierdurch eine eben so große Vermehrung des Abstoßens, als des Anziehens, wenn ich sie darüber sezte. Jeder dieser Versuche ward wiederhohlt, indem ich das Gefäß auch über und unter den Nordpol sezte, und die Resultate wurden dem zu Folge verändert: allein, wenn kleine Nägel anstatt der Feilspäne gebraucht wurden, so erfolgte kein vermehrtes Anziehen, weil die Nägel zu schwer waren, um höher in dem Gefäße gehoben werden zu können, obschon das Aufbrausen sehr heftig ward; hierdurch ward ich denn völlig überzeugt, daß dieser Versuch blos von der vermehrten senkrechten Höhe der Säule von Eisenfeilspänen abhieng.

Funfzehnter Versuch.

Um der Muthmaßung auszuweichen, daß vielleicht das Aufbrausen die Eisenfeilspäne in Bewegung seßen, und

und eine größere Menge derselben zu dieser Seite des Gefäßes bringen dürfte, welche mit der Magnetnadel sich verbände, wiederhohlte Herr Cavallo den Versuch mit sechs Yard Stahldraht, welcher so gebogen wurde, daß er in den Topf gebracht werden konnte; in welchem Falle denn das Metall der Säure eine große Oberfläche darbot, durch das Aufbrausen aber keineswegs bewegt werden konnte. Bei Zusetzung der verdünnten Vitriolsäure kam die Nadel etwas mehr als einen halben Grad dem Topfe näher. Wenn man den Einfluß der Wärme in obigen Versuchen bedenkt, und daß die Bewegung der Nadel nur einen halben Grad betrug, so könnte man sicher vermuthen, daß sie von der Wärme des Gefäßes erzeugt worden: allein ich glaube, man kann auch auf die Veränderung des Magnetismus in dem zusammengewickelten Drahte rechnen; denn nachdem ich zu verschiedenenmalen versucht, dieses Anziehen hervorzubringen, indem ich die verdünnte Säure auf eine Menge ungebogenen Draht gegossen, der an das Ende eines gläsernen Rohrs gebunden worden, so konnte ich doch kein vermehrtes Anziehen bewirken; als ich aber den Draht bog, so gelang es mir, einen Grad von Anziehung zu bewirken, wahrscheinlich wegen der Ausdehnung oder Aufwindung des Drahts während dem Aufbrausen. Diese Meinung bestätigte sich noch mehr durch die Veränderungen der Polarität, die ich so leicht in erweichtem stählernen Drahte erzeugen konnte; erstlich, wenn ich ihn durch ein Licht zog, wodurch er eine sehr merkliche Polarität erhielt, je nach der Lage, worinn er abgekühlt wurde; zweitens, wenn ich ihn gelinde durch meine Finger zog, die ich in verschiedenen Richtungen in Rücksicht der Polarität der Erde hielt; drittens, wenn ein Draht drei Zoll lang an das Ende einer Glasröhre befestiget, und merklicher Polarität beraubt wurde, indem ich ihn durch ein Licht unter rechten Winkeln mit dem magnetischen

schen Meridian zog, so erhielt er eine merkliche Polarität durch einen geringen Schlag mit meinem Finger auf die Glasröhre, indeß sie in gehöriger Lage gehalten wurde; viertens gab der kleinste Grad von Druck zwischen meinen Fingern, so daß der Draht gebogen wurde, ihm Polarität. Eben so wird auch eine Menge Harfendraht, der in allerlei Richtungen gebogen worden, in einigen Theilen eine anziehende, in andern wieder eine abstoßende Polarität des Südpols der Nadel besitzen; und wird er in ein irdenes Gefäß mit dessen Boden etwas über der Nadel gelegt, so zieht er den Nordpol an, erstlich vermöge derjenigen Theile, welche eine nördliche Polarität durch Biegen erhalten haben, welche Anziehung noch durch die Lage verstärkt wird; und so giebt auch die Lage eine nördliche Polarität andern Theilen, so gleichgiltig sie auch in andern Rücksichten ist. Sodann dehnt während dem Aufbrausen die Wärme der Mischung den Draht aus, und biegt ihn dadurch in einigen Stellen in eine oder die andere Richtung, wodurch er denn einen Magnetismus der Lage erhält, und woher zuweilen ein vermehrtes Anziehen erfolgen muß. Aus diesen und andern Versuchen scheint es, daß wenn Stahlpartikelchen (hart genug, um einer bestimmten Polarität fähig zu seyn) auf irgend eine Art verdrängt werden, sie ihren natürlichen Magnetismus zulassen, um durch den Einfluß der magnetischen Atmosphäre der Erde geschwächt oder verdichtet zu werden; so kann denn die Wirkung der elektrischen Erschütterungen auf Stahldrähte erklärt werden: allein es scheint nicht wahrscheinlich, daß die Wirkung der Säure die magnetische Anziehung des Eisens vermehre, wenn nicht andre Umstände sich zugesellen, denen eine vermehrte Anziehung angemessener zugeschrieben werden dürfte.

Sechzehnter Versuch.

Bei Durchlesung der Versuche des Herrn Cavallo über die vermehrte Anziehung des Eisens durch Aufbrausen, wurde Herr Dr. Darwin verleitet nachzuforschen, ob entzündbare Luft magnetisch sey. Ich ließ daher auf sein Verlangen entzündbare Luft durch eine papierne Röhre gehen, die nahe gegen den nördlichen und südlichen Pol der Nadel wechselsweise gehalten wurde; auch war die Luft in einer Blase angewendet, allein ohne einen merklichen Einfluß auf die Nadel zu bewirken.

Im LXXVI. Bande der Philosophischen Transaktionen hat sich Herr Cavallo bemüht zu beweisen, „daß Messing seinen Magnetismus nicht vom Eisen, sondern von irgend einer besondern Bildung seiner Bestandtheile habe, die von dem gebräuchlichen Verfahren seiner Härtung durch Hämmern verursacht werde." Einiges Messing, wie er bemerkt, erlangt keinen merklichen Magnetismus durchs Hämmern. Und bei andern Stükken, welche öfters aus der Werkstatt zum Ofen übergegangen, und von lezterm wieder zur erstern, ist Eisen enthalten, welches sie magnetisch macht.

Da nun einiges Messing sichtbar magnetisch ist, weil es Eisen enthält, so scheint es mir sehr wahrscheinlich, daß Messing, dessen Magnetismus durch Hämmern merklich gemacht wird, eine geringere Menge Eisen enthalte, das sich denn durch Hämmern äußere, indem dieses ihm irgend einen Grad von Polarität giebt. Messing kann daher diese Eigenschaft nicht annehmen, welches kein Eisen enthält. Dies wird durch folgenden Versuch noch deutlicher.

Siebzehnter Versuch.

Ich legte einen eisernen Nagel von ohngefähr 2 Zoll Länge ins Feuer, wo er rothheiß wurde, und abkühlte,

kühlte, so wie das Feuer ausgieng, welches in einer Richtung Ost und West in Rücksicht des magnetischen Meridians geschahe; er ward hiedurch sehr weich, und wenn er der Nadel dargehalten wurde, so zog er an, oder stieß zurück je nach seiner Lage, da er keine bestimmte Polarität hatte. Der Nagel wurde sodann auf einen Amboß gelegt, so daß die Spitze gegen Süd des magnetischen Meridians zugieng; und nachdem er in dieser Lage gehämmert worden, bis er eine beträchtliche Härte erhalten, so erlangte dessen Spitze eine bestimmte südliche Polarität; das andre Ende, welches dicker war, schien nicht verändert worden zu seyn.

Ein andrer Nagel wurde gehämmert mit seiner Spitze gegen Norden gekehrt, welches ihm dann eine bestimmte nördliche Polarität gab. Die Polarität dieser gehämmerten Nägel konnte augenblicklich verändert werden, wenn man die Spitze bog, indeß man sie in der entgegengesezten Richtung gegen diejenige hielt, in welcher sie gehämmert worden waren. Verschiedene längliche Stücke von magnetischem Messing wurden auf die nämliche Art gehämmert, und solchemnach gemacht, daß sie eine nördliche oder südliche Polarität, je nach ihrer Lage während dem Hämmern besaßen; hieraus scheint es, daß die allgemeine Wirkung des Hämmern ist, das Metall zu härten, wodurch es in einem gewissen Grade ein Nichtleiter des Magnetismus wird, und diesen verdünnten oder verstärkten, und daher merkbarern Zustand der Flüssigkeit erhält, welcher durch den Einfluß der magnetischen Atmosphäre der Erde erzeugt wird.

Achtzehnter Versuch.

In einen kleinen Schmelztiegel legte ich sechs dünne Plättchen Kupfer, und zwischen jedes derselben ein Plättchen Zink; nachdem diese geschmolzen, und in eine eigene Form gegossen worden, so gaben sie ein längliches Stück

Messing, welches nicht merklich magnetisch war, auch konnte ich daran durch Hämmern keinen Magnetismus zuwege bringen. Die nämliche Menge Kupfer und Zink wurde geschmolzen, und etwas weniges Eisen zugesezt. Dieses Messing ward sehr merklich magnetisch, und erhielt durch Hämmern eine Polarität, wo es noch merklicher die Nadel anzog oder zurückstieß. Endlich wurde ein Stück Kupfer mit etwas Eisen geschmolzen, welches gleichfalls merklich magnetisch wurde. Aus diesen Versuchen schließe ich, daß Messing seinen Magnetismus vom Eisen hat, daß es aber zuweilen eine so geringe Menge enthalten kann, daß es nicht merklich wird, ehe es nicht gehämmert worden.

Die größere Empfindlichkeit und leichte Bauart einer Magnetnadel vermöge der bereits beschriebenen Aufhängung an einen Faden von Spinngewebe, wird, wie ich hoffe, beitragen, die magnetischen Beobachtungen weiter zu verfolgen, welche mit der Zeit eine wahre und sichere Theorie dieses wichtigen Zweiges unsrer Kenntnisse erzeugen können; indeß die sehr empfindliche Luftfahne vermöge der nämlichen Art der Aufhängung die scheinbaren Anziehungen und Zurückstoßungen, die von den Luftströmen verursacht werden, verhindern kann, mit denjenigen des Magnetismus vermengt zu werden *).

*) Das, was Herr Bennet aus den Abhandlungen des Herrn Cavallo anführt, findet man zusammen in einem eigenen Werke von Herrn Cavallo, das deutsch, unter dem Titel: Theoretische und praktische Abhandlung der Lehre vom Magnet mit eigenen Versuchen von T. Cavallo, Leipz. 1788. 8. Eine Aufhängung der Magnetnadel an seidene Fäden von Cassini steht in Journ. de phys. Avril 1784. und im Magazin für das Neueste aus der Physik von Lichtenberg, IV. B. 4. St.

III.

Das Mikroskop.

Das menschliche Auge ist so eingerichtet, daß es nur bis zu einem gewissen Grade deutlich, bestimmt und genau alle Theile eines Gegenstandes zu sehen vermögend ist, der zwar bei verschiedenen Subjekten, je nach dem Grade der Schärfe ihres Auges, weiter vor- oder rückwärts seyn kann; indessen läßt sich doch im Allgemeinen ein gewisses Maaß annehmen, über oder unter welchem insgemein das menschliche Auge ermangelt, von allen Theilen eines Objekts die vollständigste Uebersicht zu gewinnen. Wir nehmen diesen Abstand des Auges von einem Objekte insgemein zu 8 Zoll an, und berechnen dem zu Folge die mehr oder mindere Größe, unter der wir einen Gegenstand vor uns betrachten, und seine Theile unterscheiden.

Unter dieser Entfernung vom Auge sind wir denn im Stande, die gewöhnlichen Dinge auf der Erde zu unsern Bedürfnissen oft mehr als hinreichend zu unterscheiden; indessen giebt es aber noch sehr viele andre Gegenstände, oder Theile der erstern, die selbst unter dieser Entfernung dem Auge zu klein werden; oder sich ihm wohl gar verlieren, zu deren genauern Untersuchung aber es nicht undienlich wäre, eine mehr deutliche und bestimmtere Gewißheit zu erlangen. Zum Theil können wir nun zwar diesem Mangel des Gesichts dadurch abhelfen, daß wir diesen Theil eines Gegenstandes, oder den Gegenstand selbst dem Auge einigermaßen näher bringen; indessen aber leidet dies auch seine Gränzen, wo das Auge dann unvermögend wird, die Lichtstrahlen

von dem Gegenstande in dieser Nähe des Auges zu sammeln, ohne der Deutlichkeit zu schaden: wir müssen daher zu andern Mitteln unsre Zuflucht nehmen.

Zufolge dem, was ich hier in der Kürze angeführt, läßt sich dann folgern, daß die Größe, unter der wir einen Gegenstand sehen, vornehmlich auf dem Winkel beruhet, unter dem wir irgend einen Gegenstand mit dem Auge messen — eine zweite Folge wäre, daß jeder Mensch, je nach Beschaffenheit seines Auges, ein und ebendenselben Gegenstand mehr oder weniger groß finden dürfte, mithin die Bestimmung der Größe eines Gegenstandes unter den Menschen sehr verschieden ausfallen müsse.

Wir haben Mittel gefunden, diesen Winkel, den wir den Gesichtswinkel nennen, zu vergrößern, ohne das Auge dem Gegenstande näher zu bringen; die verschiedene Gestalt, die wir dem Glase, einem künstlichen durchsichtigen Körper, geben, und wovon ich zu einer andern Zeit mehr erwähnen werde, verschafft uns dieses Mittel, dem Mangel unsers Gesichts in diesem Falle zu Hülfe zu kommen. Für nahe kleine Gegenstände, deren Theile unser Gesicht in einer dem Auge bequemen Lage nicht sehen oder fassen kann, erhalten wir durch diese Beihülfe Instrumente, die wir unter dem Namen Mikroskope kennen, für entfernte Gegenstände, die eben wegen ihrer Entfernung dem menschlichen Auge zu klein werden, um sie oder ihre Theile zu unterscheiden, so groß sie in der Nähe auch übrigens seyn können, giebt uns eben dieses Mittel die bekannten Fernröhre, Teleskope u. s. f. Ich werde vorzüglich gegenwärtig einige Beiträge zur ersteren Art Instrumente zu geben suchen, welche bestimmt sind, kleine, dem Auge minder deutliche Gegenstände oder Theile derselben unter einem Gesichtswinkel darzustellen, unter dem das Auge vermögend wird, eine deutliche bestimmte und gewisse Uebersicht zu erlan-

erlangen, d. i. so vergrößert darzustellen, als ob das Auge den Gegenstand selbst unter diesem Winkel sähe.

In Rücksicht der Theorie selbst von dem Brechen der Lichtstrahlen, welches während dem Durchgange derselben durch Glas erfolgt, und diesen größern Winkel erzeugt, muß ich mich hier auf die Lehrbücher der Optik selbst beziehen, da mich diese Betrachtung zu weit führen würde, wenn ich nicht mangelhaft werden wollte, so wie ich überzeugt bin, daß der Künstler, der in diesem Fache arbeitet, längst die Vortheile aus diesen Lehren gefunden haben wird. Auch übergehe ich hier alle Vorrichtungen von ähnlichen Instrumenten, von denen wir bereits hinreichende Beschreibungen haben, und die theils in den Lehrbüchern der Optik aufgenommen worden, theils einzeln zum Vorschein gekommen: ich beschränke mich daher hier vornehmlich auf solche, die der Fleiß neuerer Künstler, besonders der Engländer uns geliefert, und die unsern deutschen Künstlern noch minder bekannt sind.

Das einfache Mikroskop.

Das einfache Mikroskop besteht eigentlich nur aus einer einzigen Vergrößerungslinse, die unsern Gesichtswinkel erweitert. Man hat ihm sehr verschiedene Einrichtungen zur Bequemlichkeit des Untersuchers und Beobachters gegeben, von denen ich aber hier nur die neuesten anführen will. In vielen Fällen hat dieses Mikroskop bis zu einem gewissen Grade selbst seine Vorzüge vor dem zusammengesezten, wovon ich nachher reden werde, und es ist daher zu Bestimmung einzeler Theile ein Hauptinstrument des Physikers geworden, so wie es auch in andrer Rücksicht zu Aufsuchung der Theile nicht mindern Werth hat. Indessen gewährt es bei sehr großen Vergrößerungen ein zu kleines Gesichtsfeld, als daß man ganz damit auskommen kann.

Zu dem einfachen Mikroskope zähle ich auch noch das Sonnenmikroskop, und das durch Herrn Adams in London bekannt gemachte, und so viele Vortheile versprechende Lampenmikroskop, wovon ich bereits eine Beschreibung geliefert habe. Alle Zusätze, die man etwa dem einfachen oder dem Sonnenmikroskope geben dürfte, sind theils zu Erhellung des Gegenstandes, theils zu andern ähnlichen Absichten, und ändern daher den Begriff nicht ab, den wir unter einem einfachen Mikroskop damit verbinden.

1. Herrn Dr. Witherings botanisches Mikroskop nach Einrichtung des Herrn G. Adams.

Dieses kleine Instrument, Taf. II. Fig. 1 besteht aus drei messingenen Platten A, B, C, welche gegen einander parallel stehen; die Drähte D und E sind an der obern und untern Platte fest vernietet, die mittlere Platte B hingegen, oder der Träger ist an diesen Drähten beweglich, und läßt sich herauf oder herab schieben. Die zwei obern Platten enthalten jede eine Vergrößerungslinse von verschiedenem Vergrößerungsvermögen. Dazu gehören noch eine feine Spitze F, die Zange G, und das kleine Messer H, welche beim Gebrauche herausgenommen werden. Den Gegenstand, den man untersuchen will, legt man auf den Träger und bewegt ihn so lange auf und ab, bis er genau in dem Brennpunkte der Linse steht. Ein Vortheil bei diesem kleinen Instrumente ist besonders, daß man den Gegenstand ober- und unterhalb besehen kann.

2. Andre botanische Mikroskope.

Seitdem man Botanik mit Eifer studiert hat, hat man es für nöthig gefunden, auf tragbare Instrumente dieser Art zu denken, die den Botanisten in Stand setzen können, Gegenstände bei seinen Untersuchungen, so wie

sie

sie ihm aufstoßen, unmittelbar zu berichtigen. Tafel II. Fig. 2 und 1. Taf. III. stellen zwei der bequemsten dieser Art vor. In dem Gehäuse Fig. 2. Taf. II. sind drei Linsen von verschiedenem Vergrößerungsvermögen, welche alle außerhalb dem Gehäuse gelegt, und darinn verschlossen werden können. Eben so enthält gleichfalls Fig. 1. Taf. III. drei Linsen von verschiedenen Brennpunkten, welche sich ebenfalls in dem Gehäuse verschließen lassen, und welche einzeln oder mit einander verbunden, gebraucht werden können. Diese drei Linsen einzeln geben dreierlei Vergrößerungen; verbindet man je zwei und zwei, so erhält man drei Vergrößerungen mehr; und braucht man noch alle drei Linsen vereinigt, so geben diese noch eine, oder die siebente Art der Vergrößerung. Bedient man sich aller drei Linsen vereinigt, so thut man wohl, wenn man sie innerhalb dem Gehäuse verbindet, und durch die daran befindliche Oefnung sieht, da diese Vergrößerung von der Vereinigung aller drei Linsen so groß ist, daß man nöthig hat, einen Theil des Lichts, welcher auf die Linsen fällt, auszuschließen, um ein deutliches Gesichtsfeld zu erhalten; auch wird eben dadurch das Auge besser in die Axe der Gläser gerichtet, als außerdem der Fall wäre.

Man hat die Einrichtung für einfache Mikroskope mannigfaltig abgeändert, und Gabeln, Zirkel, Röhren u. s. f. dabei gebraucht, auch zu Erhellung der obern Flächen der Gegenstände, besonders undurchsichtiger, konkave Spiegel gebraucht, was ich aber hier übergehe, theils weil man sie in allen Schriften dieser Art weitläuftig und häufig findet, und ich nicht Willens bin hundertmal gesagte Dinge nochmals abzuschreiben, theils weil einige solcher Vorrichtungen bei folgenden Beschreibungen vorkommen; mein Entzweck ist vielmehr neuere Erfindungen und Verbesserungen näher bekannt zu machen.

Zu

Zu den einfachen Mikroskopen zähle ich noch, wie ich schon gesagt, das Sonnenmikroskop, denn ob man sich schon dazu zuweilen ein oder mehrerer Hülfsgläser und andrer Hülfsmittel als Spiegel u. d. gl. bedient, so geschieht jedoch die eigentliche dadurch bewirkte Vergrößerung vermittelst einer einfachen Linse.

3. Das Sonnenmikroskop, nach Einrichtung und Verfertigung des Herrn Adams.

ABCD Taf. II. Fig. 2 stellt den Körper des Mikroskops vor, welcher aus zwei messingenen Röhren besteht; EF ist der Vorstoß des innern beweglichen Rohrs. Das Ende e f Fig. 3 des einfachen Zahn- und Triebmikroskops wird auf den Vorstoß des innern Rohrs geschraubt. Am Ende A B des äußern Rohrs ist eine Linse, welche das Licht der Sonne von dem Spiegel K L auffängt, und es bei dem Gegenstande sammelt und verdichtet; dieses Ende A B wird auf die kreisförmige Platte G H I geschraubt. K L ist ein langer Rahmen, welcher an die kreisförmige Platte befestiget ist, und einen Spiegel enthält, um die Strahlen der Sonne auf die Linse bei A B zu werfen. Eine Schraube ohne Ende, welche sich an dem untern Theile des Kopfs M befindet, greift in ein kleines an dem Rahmen K L befestigtes Rad, so daß während dem der Kopf gedreht wird, der Rahmen K L nebst dem Spiegel eine Bewegung auf- und unterwärts erhält. Der Kopf N bewegt den Spiegel durch eine Vorrichtung durch Zahn und Trieb rechter und linker Hand. O P sind zwei Schrauben um die viereckige Platte an einen Festerladen zu befestigen,

Fig. 3. ist das einfache Mikroskop, welches außer einigen Abänderungen dem bekannten Wilsonschen ziemlich ähnlich ist, e f ist das Ende desselben, welches an den obern Theil E Fig. 2 des innern Rohrs des Körpers

des

des Mikroskops aufgeschraubt wird; q ist der Einschnitt zu Aufnehmung des Schiebers Fig. 4; g die Oefnung in welche die Vergrößerungslinse Fig. 5 geschraubt wird, wenn der Schieber Fig. 4 weggenommen worden. Bei h sind die beweglichen Plättchen, zwischen welche die Objektträger eingelegt werden; unter dem untersten derselben wird die Linse Fig. 6 gestellt, wenn man sich der Vergrößerungen Nr. 1, 2, 3 u. 4 Fig. 4 bedient. ek ist eine Vorrichtung mit Zahn und Trieb, oder eine Schraubenvorrichtung, wodurch das innere Rohr nebst dem daran befindlichen Objektträger vor- und rückwärts bewegt, und die Gegenstände genau in den Brennpunkt jeder Vergrößerungslinse gebracht werden können. Fig. 4 ist ein messingener Schieber mit vier bis sechs Vergrößerungslinsen, welcher in die Oefnung bei q Fig. 3 eingelegt wird; jede dieser Vergrößerungslinsen kann vor den Gegenstand geschoben werden; um sie genau in dem Mittelpunkt der Augenöfnung zu erhalten, hat man eine kleine Feder angebracht, die sich an der hintern Seite des Schiebers befindet, und in einen Einschnitt fällt.

In Rücksicht des Gebrauchs dieses Mikroskops befestige man die viereckige Platte Taf. II. Fig. 2 gegen die innere Seite eines Fensterladens vermittelst der zwei Schrauben O und P, welche so gemacht sind, daß sie von der Außenseite des Fensterladens durchgehen, und dann in die Muttern der viereckigen Platte GHI geschraubt werden können. In den Fensterladen ist ein Loch geschnitten, wodurch der Spiegel geht, und außerhalb dem Fensterladen eine freie Bewegung erhält. Nunmehr verfinstere man das Zimmer, setze sodann eine Wand in einer bequemen Entfernung von dem Fenster, je nachdem man die Vergrößerung stärker oder geringer haben will; bewege den Spiegel KL vermöge der zwei Köpfe M und N so, bis die Strahlen der Sonne

durch das Instrument in horizontaler Richtung gegen den Schirm oder die vorgesezte Wand fallen, und daselbst einen lichten runden Fleck bilden. Das einfache Mikroskop Fig. 3 schraube man nunmehr an dessen Ort E F Fig. 2, lege den Schieber mit den Vergrößerungslinsen Fig. 4 in seine gehörige Lage, und den Objektträger zwischen die Platten bei h Fig. 3, bringe den Gegenstand in den Fokus der Vergrößerungslinse vermittelst des Kopfs b, bis der Gegenstand hell und deutlich an der Wand erscheint; indem man nun das innere Rohr des Körpers bewegt, kann der Gegenstand in verschiedenen Entfernungen von der Linse, die bei AB sich befindet, gestellt werden, wodurch er hinreichend erleuchtet wird, ohne von den Sonnenstrahlen verschlungen zu werden.

In Rücksicht des Apparats zum gemeinen Sonnenmikroskop, so wie es hier vorgestellt worden, gehören hieher besonders die Vergrößerungslinse Fig. 5, der Schieber mit den Linsen Fig. 4, elfenbeinerne Schieber zu Tragung der Objekte, gläserne Röhren, Glasscheibchen u. d. gl., dergleichen bereits bekannt sind, und weiter unten einige angegeben werden.

Die ersten Sonnenmikroskope, welche ohne reflektirenden Spiegel waren, mußten nothwendig sehr unbequem seyn, und erforderten eine eigene Vorrichtung, um sie gegen die Sonne zu richten, und noch konnte dieses nur auf eine kurze Zeit geschehen. Ich erwähne hier noch des Branderschen Sonnenmikroskops, welches er seinen Beschreibungen einer Camerae obscurae beigefügt hat, auf welche Abhandlungen ich mich hier beziehe.

4. Das verbesserte Sonnenmikroskop für durchsichtige und undurchsichtige Gegenstände von Herrn M. B. Martin.

Tafel II. Fig. 7 stellt dieses Sonnenmikroskop vor, welches die größte Unterhaltung gewährt, und wegen seiner außerordentlich starken Vergrößerungskraft, und der Leichtigkeit, womit es behandelt werden kann, vielen Personen zugleich ein und den nämlichen Gegenstand zeigt. Der Gebrauch und die Anwendung des Sonnenmikroskops war bis izt nur auf durchsichtige Gegenstände begränzt, da undurchsichtige kein anderes Bild als einen bloßen Schatten gewähren konnten, bis endlich um das Jahr 1774 Herr M. B. Martin in England dieses Instrument soweit verbesserte, daß es für undurchsichtige Gegenstände sowohl als für durchsichtige gleich anwendbar ward. Es wirft den vergrößerten Gegenstand, so wie das gewöhnliche Sonnenmikroskop, auf eine vorgestellte Wand oder Schirm, nicht nur deutlich und helle, sondern man sieht ihn auch in seiner natürlichen Schönheit, in dem alle Lichter und Schattirungen, alle Erhabenheiten und Vertiefungen, alle Veränderungen der verschiedenen Tinten und Farben, so wie sie noch mehr Glanz von der Reflektion der Sonnenstrahlen erhalten, in der größen Vollkommenheit abgebildet werden. Auch durchsichtige Gegenstände erhalten durch dieses Mikroskop eine größere Vollkommenheit. Fig. 7. Taf. II. stellt das Instrument so vor, wie es zu Darstellung undurchsichtiger Gegenstände eingerichtet ist. Fig. 8. Taf. II. ist das einfache Zahn- und Triebmikroskop, welches zu Darstellung durchsichtiger Gegenstände erforderlich ist; das zylindrische Rohr Y ist so gemacht, daß es in das Rohr FE Fig. 7. paßt. Fig. 4 ist der Schieber, welcher die Vergrößerungslinsen enthält; er paßt in eine Oefnung, welche in dem obern

obern Theile des Mikroskops Fig. 8 gemacht worden, dessen ein Theil davon ABCD kegelförmig, der andre Theil desselben CDEF aber zylindrisch ist. Der zylindrische Theil nimmt das Rohr G der verfinsterten Kammer, oder das Rohr Y des einfachen Mikroskops Fig. 3 auf. An dem breiten Ende AB des kegelförmigen Theils befindet sich eine Linse, welche die Strahlen von dem Spiegel aufnimmt, und sie gegen die verfinsterte Kammer HIKL bricht. NOP ist ein messingener Rahmen, welcher an die bewegliche kreisförmige Platte a b c befestiget ist; dieser Rahmen enthält einen Planspiegel, um die Sonnenstrahlen nach bereits erwähnter Linse zu werfen. Dieser Spiegel kann in die bequemste Lage zur Reflektirung des Lichts vermittelst der Köpfe Q und R gestellt werden, denn vermöge des Kopfs Q erhält er eine Richtung von Morgen nach Abend, und vermittelst des Kopfs R kann er erhoben oder erniedriget werden; d, e sind zwei Schrauben, um das Mikroskop an einen Fensterladen zu befestigen.

Die finstere Kammer zu undurchsichtigen Gegenständen ist bei HIKL vorgestellt; sie enthält einen ebenen Spiegel M, um das Licht auf den Gegenstand zu reflektiren, welches er von der großen Linse erhalten, um diesen Gegenstand zu erleuchten. S ist eine Schraube, um diesem Spiegel die gehörige Stellung zu geben, oder ihn in diejenige Lage zu setzen, um das Licht gehörig dahin zurückzuwerfen. V, X sind zwei Röhren von Messing, deren eine sich in die andre schieben läßt; die äußere geht in die finstere Kammer H I K L; sie tragen die Vergrößerungslinsen; das innere Rohr wird zuweilen herausgenommen, wo denn das äußere für sich gebraucht wird. Einen Theil dieses Rohrs kann man in der Vorstellung innerhalb der finstern Kammer HIKL sehen. Bei H ist eine messingene Platte, deren hinterer Theil an das hohle Rohr h befestiget ist, in welchem sich ein

Spiral-

Spiraldraht befindet, welcher die Platte stets gegen die Seite H der finstern Kammer HIKL treibt; zwischen dieser Platte und der Seite der finstern Kammer werden die Objektträger eingeschoben; um sie einzulegen, wird die Platte vermittelst des Kopfs g zurückgezogen, i k ist eine Thüre zur Seite der finstern Kammer.

Diese bereits angegebenen Theile gehören zu Beobachtung undurchsichtiger Gegenstände; wir wollen nunmehr das einfache Mikroskop beschreiben, welches eigentlich für durchsichtige Gegenstände bestimmt ist. Zu deren Vorstellung wird das finstere Zimmer HIKL weggenommen, und an dessen Stelle das Rohr Y des einfachen Mikroskops eingelegt, welches wir izt beschreiben wollen. Fig. 8 Taf. II. stellt ein großes Zahn- und Triebmikroskop vor. Bei m innerhalb dem Körper dieses Mikroskops sind zwei schwache Plättchen, welche von einander getrennt werden können, um die elfenbeinernen Schieber zwischen dieselben einzulegen; vermöge einer Spiralfeder, welche die untere Platte hebt, und sie gegen die obere treibt, werden sie gegen einander gedrückt. Der Schieber Fig. 4, welcher die Vergrößerungslinsen enthält, paßt in die Oefnung m; irgend eine von den Vergrößerungslinsen kann durch Schieben dieses erwähnten Schiebers vor das Objekt gestellt werden; ist die Vergrößerungslinse im Mittelpunkte der Oefnung P, so fällt eine schwache Feder in die Einschnitte, welche sich zur Seite des Schiebers Fig. 4 befinden. Unter der Platte m befinden sich zwei Linsen zu Vergrößerung des Gesichtsfeldes auf dem vorgelegten Vorsatze; die kleinere von beiden ist an einem messingenen Theile und der Platte m am nächsten; diese wird herausgenommen, wenn die Vergrößerungslinsen Nr. 4, 5 oder 6 Fig. 4 gebraucht werden, oder wenn man sich der Linse Fig. 5 bedient, für Nr. 1, 2, 3. Fig. 4 hingegen wird sie beibehalten. Das Mikroskop wird in den Brennpunkt gerichtet,

richtet, indem man dem Kopfe O die gehörige und erforderliche Bewegung giebt.

Um sich des Sonnenmikroskops Fig. 7 zu bedienen, mache man eine runde Oefnung in den Fensterladen, etwas größer als der Kreis a b c beträgt; durch diese Oefnung lasse man den Spiegel C N P gehen, und befestige die viereckige Platte an den Fensterladen; man bemerke sodann die Stellen, welche auf die zwei Löcher treffen, wodurch die Schrauben gehen, nehme das Mikroskop weg, und bohre zwei Löcher an den angemerkten Stellen, die groß genug sind, daß die Schrauben dadurch gehen können. Diese Schrauben gehen von auswärts durch den Laden, und schrauben sich in die Muttern an der viereckigen Platte des Mikroskops, um es solchergestalt an dem Laden innerhalb zu befestigen. Nunmehr schraube man das kegelförmige Rohr A B C D auf den Kreis a b c, und schiebe das Rohr G der finstern Kammer in den zylindrischen Theil C D E F des Körpers, wenn undurchsichtige Gegenstände untersucht werden sollen; sind aber im entgegengesezten Falle die zu untersuchenden Gegenstände durchsichtig, so stelle man das Rohr Y Fig. 8 innerhalb das Rohr C D E F Fig. 7. Das Zimmer muß so viel als möglich finster gemacht werden, daß kein Licht eindringen kann, außer welches durch den Körper des Mikroskops geht, denn auf diesem Umstande nebst der Helle des Sonnenlichts beruht die Vollkommenheit und Deutlichkeit des Bildes fast ganz allein. Wir wollen zuerst das Mikroskop betrachten, so wie es zu undurchsichtigen Gegenständen gebraucht wird. Erstlich stelle man den Spiegel N O P so, daß er die Sonnenstrahlen aufnimmt, welches vermittelst der zwei Finger = oder Kopfschrauben Q R leicht geschehen kann, und wovon die erste O den Spiegel rechter oder linker Hand wendet; die zweite R hingegen hebt oder senkt ihn; dies thut man so lange, bis das Sonnenlicht

nenlicht auf die Linse bei AB gebrochen worden, und auf einen Vorsaz von weißem Papier stark scheint, den man in irgend einer Entfernung von dem Fenster gesezt hat, und folglich darauf einen runden lichten oder hellen Fleck macht. *) Für einen unerfahrnen Beobachter wird es sehr leicht seyn, dieses Licht oder hellen Fleck in seiner vollen Stärke zu erhalten, wenn er dieses thut, ehe er noch die finstere Kammer oder das Zahn- und Triebmikroskop ansezt. Nunmehr schraube man die finstere Kammer auf, und lege den Gegenstand zwischen die Plättchen bei H; öffne die Thüre ik, und stelle den Spiegel M, bis man den Gegenstand hinlänglich stark erleuchtet hat. Kann man dies vermittelst der Schraube S nicht bewirken, so bewege man die Schrauben Q, R, um von dem Spiegel NOP oder dem Spiegel M ein hinlänglich stark reflektirtes Licht zu haben, ohne welches lezterer den Gegenstand nicht erleuchten kann. Wenn der Gegenstand vollkommen stark erleuchtet worden, so verschließe man die Thüre ik, wo man bald einen hinlänglich deutlichen Anblick des Gegenstandes auf dem Vorsatze durch Stellung der Röhre VX erhalten wird, die dieserwegen blos vor- oder rückwärts bewegt werden darf. Ein runder Lichtfleck kann in nördlichen Breiten, wo die Höhe der Sonne öfters zu niedrig ist, nicht immer erhalten werden; dies ist auch der Fall, wenn die Sonne genau senkrecht über dem Zimmer steht. Da die Sonne beständig ihren Ort ändert, so wird es nothwendig seyn, um alle ihre Strahlen auf den Gegenstand vollkommen zu sammeln, sie stets durch die Axe des Instruments zu führen, welches vermittelst der zwei Schrauben Q und R sehr leicht zu bewirken ist.

Um

*) Nimmt man statt dieses Vorsazzes eine fein mattgeschliffene Glasplatte, so kann man hinterwärts sehr bequem den Gegenstand nachzeichnen. A. d. H.

Um durchsichtige Gegenstände zu beobachten, nehme man die dunkle Kammer weg, und setze das Rohr Y von Fig. 8. an deren Stelle an; lege den Schieber Fig. 4. an seine Stelle bei n, und den Schieber mit den Objekten zwischen die Platten bei m; man stelle sodann den Spiegel NOP vermittelst der Schrauben QR, wie bereits angewiesen worden, so daß das Licht durch das Objekt durch gehe. Den Brennpunkt des Vergrößerungsglases reguliere man vermittelst der Schraube O. Die besten dazu dienlichen Vergrößerungslinsen sind Nr. 4 und 5. Die Größe des Gegenstandes kann vermehrt oder vermindert werden, je nachdem man die Entfernung des Vorsazzes von dem Mikroskope abändert: fünf bis sechs Fuß ist die beste hiezu dienliche Entfernung.

Um durchsichtige Gegenstände von beträchtlicher Größe zu untersuchen, oder dieses Instrument als Megaloskop zu brauchen, nehme man den Schieber Fig. 4. von seiner gewöhnlichen Stelle weg, und schraube den Knopf Fig. 5. in die Oeffnung bei P Fig. 8., eben so nehme man auch das Glas unter der Platte bei m weg, und reguliere das Licht und den Brennpunkt genau nach obigen Anweisungen.

Am Ende des Rohrs G befindet sich eine Linse zu Vermehrung der Dichtigkeit der Strahlen, wenn man eine verbrennbare oder schmelzbare Substanz zu verbrennen oder schmelzen die Absicht hat. Diese Linse muß indessen in den meisten Fällen weggenommen werden, wenn die Gegenstände nicht verbrennen sollen. Auch wird die Dichtigkeit des Lichts dadurch verändert, daß man dieses Rohr vor oder rückwärts schiebt.

Herrn Adams Lampenmikroskop habe ich bereits im ersten Hefte dieser Sammlung S. 46 u. f. beschrieben, worauf ich mich hier beziehe; ich will hier in Rücksicht dieses Instruments, was so viele Vortheile zu gewähren scheint, nur einiger Anfragen erwähnen,

die

die dieserwegen an mich gelangt sind, welche sämmtlich, wie ich glaube, durch folgende Angabe des Gebrauchs dieses Instruments beantwortet werden dürften.

Um undurchsichtige Gegenstände mit diesem Instrumente zu untersuchen, dient besonders die daselbst gegebene Vorstellung Taf. IV. Fig. 1. Man nimmt zu diesem Ende die matte Glastafel, die sich dabei befindet, heraus, stellt das Ende N des Führers für das Auge LMN an seinen Ort, so wie er in der Figur vorgestellt worden, schiebt die Vorrichtung zu undurchsichtigen Gegenständen an die Queerstange RS, so daß der konkave Spiegel gegen den Körper des Mikroskops zu steht, schraubt die Röhren PO in das Ende DE, und die Vergrößerungslinse, die man anwenden will, an das Ende dieser Röhren. Eben so wird auch der Handgriff b oder der Schlüssel Fig. 3 an das Trieb a angesteckt, und sezt man die Lampe vor die Luppe n, so ist alles zum Gebrauch fertig.

Zu Untersuchung durchsichtiger Gegenstände bleibt das ganze Instrument wie erwähnet, nur der obere Theil fgs der Vorrichtung zu undurchsichtigen Gegenständen wird weggenommen, und die Vorrichtung zu durchsichtigen Objekten Fig. 2 an dessen Stelle gesezt, so daß die Enden Nr. 9 und 10 zunächst der Lampe zu stehen kommen. Man lege das matte Glas in seine Fuge bei AB, und die Objekte in den Objektträger vorwärts dieser Vorrichtung, werfe sodann so starkes Licht auf den Gegenstand als man kann, welches durch Heben oder Senken der Lampe leicht geschehen kann. So erhält man denn das genaueste Bild des Gegenstands auf der matten Tafel, nachdem man ihn vermittelst Wendung des Triebs a genau in den Brennpunkt der Vergrößerungslinse gebracht hat. Man kann den Gegenstand entweder mit oder ohne dem Führer des Auges betrachten. Noch befinden sich bei diesem Instrumente einige große

Linsen, womit man das Bild auf dem matten Glase auffassen kann: in diesem Falle ist der Führer fürs Auge ohne Nutzen. Einige durchsichtige Gegenstände lassen sich besser betrachten, wenn man die Linse bei 9 und 10. wegnimmt, weil zu vieles Licht der Deutlichkeit und Schärfe der Vorstellung öfters hinderlich ist.

Das zusammengesezte Mikroskop.

Zusammengesezte Mikroskope bestehen aus zwei, drei und mehr Gläsern, die einander in der Wirkung zu Hülfe kommen, besonders aber, um das Gesichtsfeld zu erweitern, was bei starken Vergrößerungen sehr beschränkt wird.

Man hat in Rücksicht zusammengesezter Mikroskope zur Bequemlichkeit sowohl, als besonders in Rücksicht der dadurch zu erlangenden Vortheile vielerlei Einrichtungen zu treffen gesucht, die ich aber hier übergehe, und mich dieserwegen auf andre Schriftsteller beziehe, ich erwähne hier blos zweier solcher Mikroskope von Herrn Adams, deren Einrichtung in Deutschland noch minder bekannt zu seyn scheinet. Was die vortheilhafte Stellung der Gläser, und andre wesentliche Zusetzungen betrift, so werde ich davon in einem eignen Abschnitte handeln.

5. Herrn Adams verbessertes doppeltes und einfaches Mikroskop.

AB Fig. 2. Taf. III. ist der Körper des Mikroskops, welcher ein doppeltes Augenglas und ein Kollektivglas enthält. Er ist hier so vorgestellt, wie er in den Arm CD aufgeschraubt worden, wovon er aber nach Umständen, entweder um es einzupacken, oder wenn man sich dieses Instruments als eines einfachen Mikroskops bedienen will, abgeschraubt werden kann. Die Augengläser und das Kollektivglas sind in einer Röhre enthalten, welche in

das

das äußere Rohr AB geschoben wird; zieht man während dem Gebrauche des Mikroskops ein kleines schwaches Rohr heraus, so wird die vergrößernde Kraft jeder Linse beträchtlich vermehrt. Der Körper AB des Mikroskops wird vor dem Arme CD getragen; dieser Arm ist an dem Pfeiler CF befestiget, welcher fest in das Fußgestelle von Mahagonyholze GH eingeschraubt worden; in diesem Fußgestelle befindet sich zugleich ein Schubkästgen zu Aufbehaltung des sämmtlichen mikroskopischen Apparats. NIS ist eine Platte, welche für den Objektträger KL bestimmt ist; sie kann an den Pfeiler eF vermittelst des Kopfes M auf und nieder bewegt werden, indem ein Trieb in eine gezahnte Stange längst der hintern Seite des Pfeilers greift. Vermöge dieses Triebs, welcher an dieser Platte sich befindet, kann sie sanft erhoben oder erniedriget werden, und so der Gegenstand in den Fokus jeder zum Gebrauch angewendeten Vergrößerungslinse gebracht werden. KL ist der Objektträger, welcher in die Oefnung mitten auf der Platte NIS genau paßt. Man bedient sich desselben zu Bestimmung der Bewegung der Schieber, welche die Objekte enthalten, oder der Glasröhren zu kleinen Fischen, um die Zirkulation des Bluts zu beobachten. Die Schieber werden zwischen die zwei obern Plättchen eingelegt, die Röhren hingegen zwischen die gebogenen Plättchen. L ist ein messingenes Rohr, an dessen obern Theile eine kondensirende Linse sich befindet, und unterhalb der Theile des Objektträgers N, I eingeschoben wird; es kann willkührlich unter verschiedenen Entfernungen von dem Objekte gestellt werden, je nachdem die Entfernung vom Spiegel oder vom Lichte beschaffen ist

Unterhalb ist ein doppelter Spiegel angebracht, der eine eben, der andre konkav. Er läßt sich nach verschiedenen Richtungen wenden, um das Licht zu reflektiren, denn er bewegt sich an seinem Zapfen innerhalb dem

Halbzirkel QSR, so wie dieser um den Stift S gewendet werden kann; allgemein entspricht der konkave Spiegel am besten bei Tage, der ebene Spiegel in Verbindung mit der kondensirenden Linse hingegen bei vorgesetztem Lampenlichte. Bei D ist eine Röhre zu Aufnehmung des Stifts des Arms Fig. 3. Taf. III. woran der Konkavspiegel zu Reflektirung des Lichts auf undurchsichtige Objekte befestiget ist. Bei S ist eine Oefnung und Einschnitt für die Zange Fig. 9. Taf. II. oder den bekannten Fischhalter; wenn man sich dieser bedient, muß der Objektträger weggenommen werden. T ist eine Oefnung um den Griff einer konvexen Linse aufzunehmen.

Um dieses doppelte Mikroskop zum Gebrauche anzuwenden, nehme man es aus dem Gehäuse, und schraube den Körper oberhalb in die Oefnung am Arme C D. Nun lege man den messingenen Schieber, welcher die Vergrößerungslinsen enthält, in den Einschnitt unterhalb des erwähnten Arms bei E. Fig. 2. Taf. III. und schiebe diejenige Linse, deren man sich bedienen will, unterhalb den Körper des Mikroskops: jede Vergrößerungslinse erhält ihre genaue Lage im Mittelpunkte des Körpers des Mikroskops, vermittelst Einschnitte in dem Schieber, und einer Feder in dem Arme CD, welche in diese Einschnitte einfällt. Den Schieber mit den Objekten lege man ferner zwischen die obern Platten des Objektträgers KL, und werfe vermittelst der Spiegel so viel Licht auf das Objekt, als man kann, worauf man das Objekt endlich in den Brennpunkt der Vergrößerungslinse durch Wendung des Knopfs M richtet, wodurch der Objektträger NIS entweder gehoben oder niedergelassen wird. Der Grad des für jeden Gegenstand erforderlichen Lichts, die eigentliche Genauigkeit in Behandlung der Linsen, und das Zurückbringen des Objekts in den wahren Fokalabstand läßt sich durch eine geringe Uebung leicht erlernen.

6. Herrn Adams verbessertes zusammengesetztes Mikroskop.

Fig. 4. Taf. III. stellt dieses Mikroskop vor. Die Vortheile desselben vor dem vorhergehenden Mikroskope bestehen erstlich in der Bewegung, welche dem Körper des Mikroskops, dem Objektträger und den Spiegeln gegeben werden kann, welches besonders durch die Vorrichtung c d geschehen kann, welche sowohl eine vertikale als horizontale Bewegung hat, und folglich das ganze Mikroskop eine horizontale sowohl als geneigte Lage erhalten kann, welches für einen Beobachter in vielen Fällen sehr vortheilhaft ist. Wenn der Spiegel Q O R weggenommen wird, so kann das Licht in gerader Linie gegen das Objekt ohne Reflektion gebracht werden. Zweitens kann der Körper des Instruments über jeden Theil des Objektträgers, und solchemnach des Objekts, geführt werden. Der Arm C D, welcher den Körper des Mikroskops trägt, bewegt sich an einer Mittelpunktsspitze rechter oder linker Hand, und vermöge des Kopfs b und des damit verbundenen Zahns und Triebs kann er auch vor- und rückwärts eine Bewegung erhalten. Drittens sind der konkave und ebene Spiegel viel größer als bei vorhergegangenem Mikroskope. In jeder übrigen Rücksicht ist dieses Mikroskop dem vorhergegangenen ganz gleich, und wird auch völlig so behandelt, in welcher Rücksicht alle Theile mit dem vorhergegangenen völlig gleich bezeichnet worden.

Mikroskopischer Apparat.

Unter diesem Abschnitt begreife ich nur einige minder bekannte kleine Werkzeuge, die bei mikroskopischen Beobachtungen von Nutzen seyn können; alle andre bereits bekannte, und bei jedem Mikroskop beigelegte Werkzeuge zu dieser Absicht übergehe ich hier, da sie vielfältig beschrieben worden sind.

Taf. II. Fig. 10 ist ein Zylinder, welcher besonders zum Sonnenmikroskop für undurchsichtige Gegenstände eingerichtet ist, und in welchen bei Zurückstoßung der Spiralfeder kleinere oder größere Objekte eingelegt werden können.

Fig. 9 ist eine Gabel mit drei Zanken, um einen großen Gegenstand einzuspannen, und festzuhalten.

Fig. 11 ist ein Instrument, um Queerscheibchen von Holz zu schneiden. Es besteht aus einem Fußgestelle von Holz, in welches vier messingene Säulen eingelassen sind; oberhalb dieser Säulen liegt eine flache messingene Platte, in deren Mitte eine dreieckige Oefnung ist. Ein scharfes Messer, welches sich in diagonaler Richtung bewegt, ist an der obern Seite der erwähnten Platte auf solche Art befestiget, daß dessen Schneide stets mit der Oberfläche zusammen fällt. Vermittelst eines Handgriffs a kann das Messer vor- und rückwärts bewegt werden. Das Holz, welches quer durchschnitten werden soll, wird in ein dreieckiges Lager, das sich unterhalb der messingenen Platte befindet, gelegt, und wird darinn vermittelst einer Kopfschraube, die dazu besonders eingerichtet ist, fest gehalten; vermittelst der Mikrometerschraube b wird das Holz zum Abschneiden vorwärts gestoßen. Holz, was man vermittelst dieses Instruments quer schneiden will, muß entweder unmittelbar genommen werden, so wie es aus dem Boden kommt, oder man muß es vorher einige Zeit in Wasser haben liegen lassen, um zu weichen, und damit die Kanäle desselben einsaugen, weil sonst die Schneide des Messers Schaden leiden dürfte. Wenn die Schneide des Messers mit dem Holze in Berührung gebracht worden, so muß etwas Weingeist auf die Oberfläche des Holzes gegossen werden, um zu verhindern, daß das abzuschneidende Scheibchen nicht bricht; auch wird es solchergestalt an dem Messer besser anhängen, von dem

dem es sodann abgenommen werden kann, wenn man ein Stück Löschpapier daran drückt.

Fig. 12 ist ein Zusaz zu dieser Schneidemaschine, dessen man sich anstatt einer Mikrometerschraube bedienen kann, und wird von vielen derselben noch vorgezogen. Es wird über die dreieckige Oefnung gelegt, und auf die Oberfläche der messingenen Platte flach aufgesezt, indeß das Stück Holz gegen einen messingenen kreisförmigen Theil gedruckt wird, der sich an der untern Seite desselben befindet. Dieses Zirkelstück von Messing ist gegen eine Schraube befestiget, wodurch dessen Abstand von der flachen Platte, auf der das Messer sich bewegt, regulirt werden kann.

Hieher rechne ich noch besonders, außer andern bekannten Apparat, das Mikrometer, um die Vergrößerung irgend eines Gegenstandes zu bestimmen. In Rücksicht dieses Theils haben besonders Herr Brander und Tidemann in ihren Abhandlungen und Beschreibungen ihrer Mikroskope gehandelt, worauf ich mich hier beziehe. Indessen sind diese Arten von Mikrometern für Ungeübte doch immer vielen Unbequemlichkeiten ausgesezt; leichter würde man dazu kommen, wenn man unterhalb eine Vorrichtung anbrächte, um den Gegenstand nach allen Seiten frei, und sanft wenden zu können, welches vermöge einer Mikrometerschraube sehr leicht zu erhalten wäre, die den Gegenstand sanft nach allen Richtungen bewegte; im Mikroskope selbst wäre dann nichts mehr als ein Fadenmikrometer unter rechtem Winkel, oder auch nur ein einfacher Faden hinreichend, auch ließe sich dieser Faden außerhalb genau über dem Objekte leicht anbringen, und so alles Mikrometers im Mikroskope selbst entbehren: dieser einfache Faden außerhalb wäre feststehend, indeß das Objekt darunter weggienge.

Einige Erinnerungen wegen vortheilhafter Einrichtung und Stellung der Linsen, besonders in Rücksicht zusammengesezter Mikroskope.

Bei einem jeden Mikroskope hat man besonders auf Helle, Vergrößerungskraft, Gesichtsfeld, und auf leichte und bequeme Stellung zu sehen. Allgemein steht die Helle des durch ein Mikroskop betrachteten Gegenstandes mit dessen Vergrößerungskraft in ziemlich nahem Verhältnisse, indessen wird aber auch die Helle sehr geschwächt, wenn die Lichtstrahlen von dem Gegenstande durch zu viele Media gehen müssen, ehe sie zum Auge gelangen. Eben so wird auch das Gesichtsfeld kleiner, je stärker die Vergrößerung ist. Die leichte Stellung, um die Objekte bequem betrachten und nach allen Richtungen untersuchen zu können, ohne denselben zu schaden, hängt ganz von der Einsicht des Künstlers ab, um dem Körper des Mikroskops und der übrigen Vorrichtung eine Einrichtung zu geben, die allen diesen Erfordernissen entspricht.

Ueberhaupt haben freilich die zusammengesezten Mikroskope vor den einfachen viele Vorzüge, da sie größere Wirkungen zu erzeugen im Stande sind, besonders aber, da das Gesichtsfeld mehr Raum erhält; indessen aber haben doch auch die einfachen wieder ihre eigenen Vortheile, die oft die von zusammengesezten übertreffen.

Wegen leicht entstehender Farben nimmt man für zusammengesezte Mikroskope nicht gern sehr konvexe Gläser, statt deren man sich lieber zwei unmittelbar auf einander liegender bedient, als wodurch sich die Wirkungen im Vergrößern so verdoppeln, als wenn es ein Glas von größerer Konvexität wäre; so thun z. B. zwei aufeinander gelegte Gläser zu beiden Seiten zu 12 Zoll geschlif-

geschliffen, eben die Wirkung, als ein Glas auf beiden Seiten von 6 Zoll. Eben so machen plankonvexe Gläser, desgleichen solche, die auf einer Seite sehr, auf der andern Seite weniger konvex sind, und die Menisken nicht so viel Farben als zu beiden Seiten gleich konvexe Gläser.

Ueberhaupt sehen wir in zusammengesezten Mikroskopen nicht den Gegenstand selbst, sondern eigentlich nur das Bild, was vom Augenglase aufgefangen, und dadurch nochmals betrachtet wird.

In Rücksicht der Vergrößerung eines Gegenstandes beruht erstlich sehr viel auf die Schärfe des Auges, unter welcher Distanz es einen Gegenstand zu unterscheiden vermögend ist. Wir können insgemein 6 bis 8 Zoll annehmen; solchemnach würde dann die Vergrößerung eines Gegenstandes durch eine Zahl auszudrücken seyn, die sich aus dem Durchmesser in Vergleichung desjenigen einer achtzolligen Entfernung ergäbe; ein Gegenstand daher z. B. in einer Entfernung von 2 Zoll vom Auge müsse viermal größer erscheinen, als in einer Entfernung von 8 Zoll. Man vermenge damit nicht die körperliche Vergrößerung, welche einige Künstler, ich weiß nicht aus welcher Ursache, angeben, die freilich in sehr hohen Zahlen spricht, im Grunde aber nur blendet; so ist freilich nach körperlichem Maße genommen, eine Vergrößerung von einer Million etwas Erstaunendes, allein die Bewunderung hört sogleich auf, wenn man diese große Zahl in den Durchmesser der Vergrößerung sezt, wo von dieser bewunderten Zahl nichts mehr als blos 100 übrig bleibt.

Das, was wir bis zu einem gewissen Grade durch Näherung des Auges gegen den Gegenstand erhalten können, erlangen wir ungleich vollkommner durch Dazwi-

schenhaltung eines erhabenen Glases, weil es doch so fort für das Auge unmöglich seyn würde, alle Strahlen von einem Gegenstande zu sammeln. Ein Glas also von weniger als 8 Zoll Brennweite macht daher das, was wir unter dem Namen eines einfachen Mikroskops verstehen; und nehmen wir dann noch ein oder mehrere Gläser zu Hülfe, und betrachten das von dem Objektivglase gemachte Bild durch irgend ein dienliches Augenglas, so nennen wir diese neue Vorrichtung ein zusammengesetztes Mikroskop.

Wenn die Mikroskope eine gute Wirkung thun sollen, so müssen die Gläser in denselben in einem gewissen Verhältnisse gegen einander stehen. Ich will hier einige solche Verhältnisse anführen, so wie man sie aus Erfahrung abgezogen hat. So hat man bei Mikroskopen mit zwei Gläsern

bei einem Objektivglase von	zum Okularglase gut gefunden
$\frac{1}{2}$ Zoll	$3\frac{1}{2}$ Zoll
$\frac{3}{4}$ —	3 —
1 —	2 —

und nach Herteln und Wiedeburg

$\frac{1}{2}$ Zoll	1 Zoll
$\frac{3}{4}$ —	$1\frac{1}{2}$ —.
$\frac{7}{8}$ —	2 —
1 —	$2\frac{1}{2}$ —

Je weiter man die beiden Gläser solcher Mikroskope aus einander sezt, desto näher muß das Objektivglas oder die Vergrößerungslinse dem Objekte gebracht werden, wobei zwar eine starke Vergrößerung erhalten wird, aber die Helle nimmt dagegen auch um destomehr ab. Indessen braucht man selten Mikroskope mit blos zwei Gläsern, weil das Gesichtsfeld zu klein ist.

Am meisten sind unter den zusammengesezten Mikroskopen diejenigen mit drei Gläsern, dem Objektiv- oder eigentlichen Vergrößerungsglase, einem Kollektiv-

glase

glase und dem Okularglase im Gebrauch, da besonders durch das Kollektivglas unter gehörigem Verhältnisse das Gesichtsfeld sehr erweitert wird. Man hat in dieser Rücksicht viele Versuche gemacht, wovon ich nur einige hier anführen will.

Distanz des Auges vom Okular.	Fokus des Okulars.	Distanz bis zum Kollektivglase.	Fokus des Kollektivglases.	Distanz bis zum Objektivglase.	Fokus des Objektivglases.
$1\frac{1}{2}$ Zoll	$2\frac{1}{2}$ Zoll	$\frac{3}{4}$ Zoll	$3\frac{1}{4}$ Zoll	$7\frac{1}{2}$ Zoll	$\frac{3}{4}$ Zoll.
$1\frac{9}{10}$ —	$2\frac{1}{10}$ —	$\frac{6}{10}$ —	$2\frac{6}{10}$ —	7·8 —	$\frac{8}{10}$ —
$\frac{1}{10}$ —	$1\frac{1}{10}$ —	$1\frac{1}{10}$ —	$1\frac{1}{2}$ —	15 —	1 —

Je näher das mittlere oder Kollektivglas der Vergrößerungslinse stehet, je mehr Strahlen fängt es auf, und je heller zeigt es das Objekt. Die englischen Mikroskope von Marshal hatten besonders sehr breite Kollektivgläser. Vor allen hat man darauf zu sehen, daß alle Gläser in einem Mikroskope genau in der Axe des Mikroskops liegen, und parallel gegen einander zu liegen kommen.

Ein konkaves Glas zwischen zwei konvexe Gläser gestellt, erzeugt eine sehr starke Vergrößerung, desgleichen, wenn man das konkave Glas zum Okularglase nimmt; denn die Distanz des Bildes von dem Objektivglase wird größer, folglich wird auch das Objekt mehr erweitert, wenn man zwischen dem Objektiv und Okular ein konkaves Glas stellt. Herr Conradi bediente sich zu dieser Absicht eines Objektivs auf beiden Seiten 2 Zoll konvex geschliffen, dem er die Apertur eines Hanfkorns gab, und zum mittlern Glase nahm er ein konkaves Glas, was auf beiden Seiten in 12 bis 16 Zoll geschliffen worden, das Okular war gleich konvex zu 6 Zoll.

Man hat auch Mikroskope mit vier Gläsern, allein sie sind nicht so sehr im Gebrauch, da die Lichtstrahlen

schon

schon durch zu viele Media gehen müssen, daß sie daher selten Helle genug gewähren.

Indessen sind die besten Mikroskope noch immer vielen Mängeln unterworfen, von denen sie zu befreien, es bis izt noch keinem Künstler so gelungen, wie es bei Fernröhren bereits geschehen. Denn nie wird ein Mikroskop den Gegenstand so rein vorstellen, wie wir ihn durch Fernröhre sehen; und treibt man die Vergrößerung sehr hoch, so wächst die Undeutlichkeit endlich so stark an, daß man kaum noch etwas daran zu unterscheiden fähig ist. Hieran sind wohl vorzüglich die Oefnung der Linse, und die Brechbarkeit der Strahlen schuld. Noch eine andre Ursache ist, daß das Objekt der Vergrößerungslinse so nahe gebracht werden muß, wenn man durch Abwechselung der Objektivlinsen eine starke Vergrößerung erhalten will, wo denn der kleinste Fehler an der Linse eine vollkommne Undeutlichkeit erzeugt.

Ein ganz fehlerfreies Mikroskop hebe ich hier aus Herrn Fuß Anweisung alle Arten von Fernröhren in der größten möglichen Vollkommenheit zu verfertigen, aus, wenn es einem Künstler gelingen sollte, eine dazu erforderliche Objektivlinse aus verschiedenen Glasarten, wie bei achromatischen Fernröhren zusammen zu setzen, wodurch man nicht nur der Brechbarkeit der Lichtstrahlen entgegen gearbeitet haben würde, sondern man würde auch dadurch zugleich eine sehr große Helle des Objekts erzeugen, da die Apertur der Objektivlinse so groß werden könnte, daß die vollkommenste Deutlichkeit daraus erwüchse.

Dem zu Folge bestünde das Objektiv aus drei Linsen, wovon die erste und dritte von Kronglase, die zweite hingegen von derjenigen Gattung Flintglas wäre, deren Brechungsverhältniß wie 160 zu 100 ist, so daß

die

die Brennweite des ganzen Objektivs einen halben Zoll betrüge, und die Oefnung ein Achttheil eines Zolls gemacht werden könnte. Diese drei Linsen, welche solchemnach dieses Objektiv ausmachten, würden wie kleine Scheibchen von $\frac{1}{7}$ Zoll im Durchmesser gestaltet seyn, oder so schwach, als es nur ihre Gestalt erlaubte.

Die erste, oder nach dem Gegenstande gerichtete Linse sey von Kronglas, auf beiden Seiten gleich erhaben, ihre Brennweite 0,284, und der Halbmesser jeder ihrer Flächen 0,301. Die zweite Linse von Flintglas, auf beiden Seiten gleich konkav, hebe zur Brennweite 0,229, und zum Halbmesser jeder ihrer Flächen 0,274. Die dritte Linse endlich von Kronglas habe zur Brennweite 0,375 und zum Halbmesser der Vorderfläche 0,644, der Hinterfläche 0,287 Zoll. Diese drei Linsen würden dergestalt an einander gefügt, daß der Abstand des Mittels der zweiten Linse von der ersten oder dritten nur 0,019 betrüge, weswegen die Dicke des ganzen Objektivs ohngefähr 0,057 ausmachen würde; die beiden konveren Linsen könnten also jede nicht über 0,02 Zoll dick gemacht werden, und die konkave Linse dürfte nicht über 0,01 an Dicke betragen. Der Gegenstand käme unter diesen Umständen ohngefähr einen halben Zoll von dem Objektive entfernt, welche Entfernung für den Beobachter nicht die geringste Unbequemlichkeit verursachen würde.

In Rücksicht der Okulare wäre es rathsam, beide Gläser von Flintglas zu machen, um ihnen eine größere Oefnung geben zu können, wobei denn das Gesichtsfeld beträchtlich gewinnen würde. Das erste Okular, oder das Kollektivglas erhält zur Brennweite einen Zoll, und zum Halbmesser jeder Fläche 1,200, wo also die Oefnung 0,600 seyn könnte. Das Okular selbst erhält zur Brennweite 0,333, und zum Halbmesser jeder Fläche

0,40

0,400, folglich die Oefnung im Durchmesser 0,200. Der Ort des Auges ist in einer Entfernung von 0,167; und die Entfernung beider Okulare von einander beträgt ohngefähr $\frac{2}{3}$ Zoll, wobei man auf die Beschaffenheit des Auges in Rücksicht dessen Schärfe zu sehen hat, mithin so gemacht werden müßte, daß sie von einander zu entfernen, oder näher an einander zu stellen wären, welches am füglichsten vermittelst einer Schraube geschehen könnte.

Die Vergrößerung hienge nun solchergestalt ganz allein von der Entfernung ab, in welcher man das Objektiv- und das Kollektivglas von einander stellte, als welcher die Vergrößerung verhältnißmäßig ist. Indessen wird freilich die Helle des Gegenstandes dabei abnehmen, allein unter 20maliger Vergrößerung bleibt sie immer noch die natürliche, und bei einer 1000maligen ohngefähr $\frac{1}{2500}$, folglich zehnmal größer als die Helle des Vollmonds, welches bei den meisten Gegenständen gewiß hinreichend seyn dürfte, oder man müßte bei noch stärkern Vergrößerungen eine Beleuchtung wie bei den gewöhnlichen Mikroskopen anbringen.

Herr Prof. Klügel fügt dieser Angabe eines Mikroskops noch einige praktische Regeln für Künstler zu Verfertigung der Mikroskope bei, die ich hier nicht übergehen kann, da vielleicht viele Künstler mit dieser kleinen Abhandlung unbekannt seyn dürften.

Für Mikroskope mit zwei Okularen, sagt er, muß die Brennweite des Kollektivglases dreimal so groß seyn, als die Brennweite des Okulars. Die Brennweiten dieses Okulars und des Objektivglases oder der Vergrößerungslinse bleiben willkührlich. Der Abstand des Objektivs vom Kollektivglase hängt von der Vergrößerung ab. Es sei die Entfernung des

Ge-

Gegenstands vom Objektive ein halber Zoll, und die zum deutlichen Sehen nothwendige Entfernung acht Zoll, so ist der Abstand des Objektivs vom Kollektivglase etwas kleiner als die Brennweite des leztern mit der Vergrößerungszahl multiplicirt, und durch 32 dividirt. Der Abstand des Okulars vom Kollektivglase richtet sich zwar nach der Beschaffenheit des Auges; für Weitsichtige ist es die doppelte Brennweite des Okulars. Der Abstand des Auges ist um etwas größer als die halbe Brennweite des Okulars. Das Objektivglas wird beinahe plankonvex mit der flachen Seite dem Gegenstande zugekehrt. Die beiden andern Gläser werden gleichseitig, und ihre Oefnung so groß, als es die Kugelgestalt erlaubt, etwa der halben Brennweite gleich. Die Oefnung des Objektivs kann durch Versuche bestimmt werden. Die Entfernung des Objekts ist um etwas größer als die Brennweite des Objektivs.

Für ein Mikroskop mit drei Okularen lehrt Herr Prof. Klügel folgende Maaße beobachten. Die Brennweiten der drei Okulare von dem Objektive an gerechnet, müssen sich verhalten wie 18, 10, 5; eine dieser Brennweiten nebst der Brennweite des Objektivs kann man willkührlich annehmen. Der Abstand des Objektivs vom ersten Okular ist etwas kleiner als die Brennweite des ersten Okulars mit der Vergrößerung multiplicirt, und durch 48 dividirt, die Entfernung des Objekts zu einem halben Zoll angenommen. Der Abstand der beiden ersten Okulare ist $\frac{4}{9}$ der Brennweite des ersten, und der Abstand des zweiten und dritten der halben Brennweite des lezten gleich; die beiden lezten Okulare behalten diese Entfernung, sind aber für sich beweglich.

lich. Der Abstand des Auges ist ein Drittel der Brennweite des lezten Okular. Das übrige wie vorher. *)

*) Ich erinnere hier nur noch, daß ich nach diesen von Herrn Prof. Klügel angegebenen Verhältnissen für mich ein Mikroskop mit zwei Okularen gemacht, und ich muß gestehen, daß es ganz meiner Erwartung entsprochen, obschon wegen anderer Verhinderungen die Gläser eben nicht die höchste Vollkommenheit erhalten, die ich ihnen eigentlich hätte geben sollen. Das Okular hat zur Brennweite ein Drittel Zoll, das Kollektivglas einen Zoll, und die Objektivlinse plankonvex einen halben Zoll; übrigens habe ich das Kollektivglas vom Objektivglase sowohl, als das Okular vom Kollektivglase beweglich gemacht, wodurch ich eine Verschiedenheit der Vergrößerungen statt durch Abwechselung der Objektivlinsen erhalten.

A. d. H.

IV.

Herrn J. Smeaton's Pyrometer, nebst einigen damit angestellten Versuchen.

Philos. Transact. Vol. XLVIII und LXXVI.

Dieses Pyrometer, dessen Beschreibung ich hier aus den Philosophischen Transaktionen aufnehme, scheint unter Künstlern und Naturforschern minder bekannt zu seyn, als es verdient: ich hoffe daher keine unzweckmäßige Arbeit gethan zu haben.

Ueber die Eigenschaften, die ein vollkommenes Instrument zu Bestimmung der Expansionen, welche an metallischen Körpern vermöge Wärme und Kälte sich äußern, haben müsse, erklärt sich Herr Smeaton folgendermaßen.

Erstlich, da die Größen dieser Expansionen der Länge der Stange, die gemessen werden soll, verhältnißmäßig sind, so wird die Expansion um desto merklicher seyn, je länger die Stange ist; diejenige Bauart, wenn alles übrige gleich ist, wird daher die beste seyn, eine je längere Stange sie zur Untersuchung zuläßt.

Zweitens muß die Skale, an welcher jene kleine Veränderungen gemessen werden sollen, wenigstens so groß seyn, daß die geringste Veränderung in der Länge der Stange, welche das Instrument mit Gewißheit zu empfinden fähig ist, bemerkbar werde.

Drittens, da die nämliche Veränderung in Rücksicht der Lage des Zeigers und der Skale bei der Voraussetzung erfolgen wird, daß die Materie, woraus das Instrument selbst besteht, bis zu einem gewissen Grad expandirt wird, und die Stange, welche zur Messung angewendet

wendet wird, in ihrer Länge unverändert bleibt, als ob man das Instrument gegen Expansion unempfänglich, und nur die Stange, welche gemessen werden soll, annähme, daß sie sich wieder bis zu dem nämlichen Grade expandire, so ist es daher nothwendig, daß bei Anwendung eines Instruments von dieser Art die Materien, woraus seine Theile bestehen, und wovon das Maaß abhängt, welche daher die Basis genennt werden können, während eines solchen Versuchs entweder keiner Ausdehnung oder Zusammenziehung unterworfen seyn, oder daß wenigstens die Ausdehnung oder Zusammenziehung darauf bekannt sey, um sie dieserwegen in Rechnung zu bringen.

Viertens, da alle Körper bei Anwendung eines größern Grades von Wärme noch länger werden, so müssen wir, um die Expansionen verschiedener Körper zu vergleichen, irgend ein Verfahren haben, sie unter einerlei Grade zu erwärmen, so verschieden sie auch in ihrer Textur, spezifischen Schwere u. s. f. sind.

Fünftens müssen die verschiedenen Theile, von denen die Messung abhängt, hinreichend groß seyn, um wirklich gemessen werden zu können, damit nicht nur die Verhältnisse des Zuwachses an Länge bei verschiedenen Metallen unter einerlei Graden von Wärme, sondern auch die Größen dieser Expansionen in wirklichen Maaßen bekannt werden: oder mit andern Worten, die Verhältnisse, welche ihr Zuwachs an Länge zwischen gewissen Graden von Wärme zur Länge der Körper habe. Durch diese Mittel werden wir denn in Stand gesezt, der Veränderungen gewiß zu werden, denen die Körper in ihren Dimensionen unterworfen sind, wenn sie irgend gegebenen Graden von Wärme ausgesezt werden.

In Rücksicht der ersten Eigenschaft ist nun dieses Instrument vermögend, eine Stange von 2 Fuß 4 Zoll Länge aufzunehmen, ja vielleicht bei gewissen Arten von

Mate

Materialien, von noch größerer Länge, da in Rücksicht ihrer Biegsamkeit sie blos einem Grade von Wärme ausgesezt sind, der nie stärker ist, als derjenige des kochenden Wassers.

Die Maaße, welche vermittelst dieses Instruments genommen werden, werden vermöge des Kontakts eines Stück Metalls mit der Spitze einer Mikrometerschraube bestimmt. Die Beobachtung geschieht mehr durch das Gehör als durchs Gesicht oder Gefühl. Vermöge dieses Verfahrens habe ich es sehr ausführbar gefunden, einerlei Messung zu verschiedenen Malen zu wiederholen, ohne daß dabei ein Irrthum um den ein und zwanzigtausendsten Theil eines Zolls vorgekommen wäre. Dieser Grundsaz, das Maaß vermöge des Kontakts zu bestimmen, ist ganz neu; denn ob er schon auch bei verschiedenen Gelegenheiten, so viel ich Nachricht habe, von dem verstorbenen Herrn Graham gebraucht worden, so ist doch die gegenwärtige Art der Anwendung davon, wie ich glaube, so beschaffen, daß der Grad der Empfindlichkeit, welche daher entspringt, alles übertrift, was ich bisher gefunden, wie man aus folgender Beschreibung und Abbildung sehen wird. *)

Da keine Substanz bisher in der Natur ist gefunden worden, welche vermöge der Wärme vollkommen frei von aller Expansion sey, so suchte ich dieses Instrument so zu errichten, daß die Stange, welche die Grundfläche des Instruments ausmacht, bei jedem Ver-

 suche

*) Ich habe bei Herrn Short ein Instrument gesehen, welches von dem verstorbenen Graham zu Messung kleiner Veränderungen in der Länge metallner Stangen war gemacht worden. Es wurde hierdurch die Spitze einer Mikrometerschraube genähert, bis sie merklich gegen das Ende einer Stange anstieß, welche gemessen werden sollte. Da diese Schraube sehr klein war, und sehr leicht hieng, so war sie vermögend, bis auf den drei bis viertausendsten Theil eines Zolls zuzutreffen. S.

suche den nämlichen Grad von Wärme, wie die Stange, welche gemessen werden soll, erleidet: die Maaße, welche vermittelst des Mikrometers genommen werden, sind daher die Differenzen ihrer Expansionen. Wenn also die Expansion der Basis zwischen zwei gegebenen Graden von Wärme einmal gefunden worden, so wird denn dem zu Folge, die absolute Expansion jedes andern Körpers, wenn man den Unterschied zur Expansion der Basis addirt, oder davon subtrahirt, je nachdem der Körper, welcher gemessen werden soll, sich mehr oder weniger als die Basis expandirt, bestimmt seyn.

Wenn man das Instrument zum Gebrauche anwendet, so wird es nebst der Stange, welche gemessen werden soll, in ein Gefäß mit Wasser gestellt, welches Wasser sodann vermittelst Lampen, die unterwärts angebracht werden, den verlangten Grad der Wärme erhält, die nie größer ist, als diejenige des Kochpunkt, mithin den nämlichen Grad von Wärme dem Instrumente, der Stange, und einem Merkurialthermometer mittheilt, welches zu gleicher Zeit eingetaucht wird, um dieses Grades gewiß zu werden. Damit dieses wirklich der Fall sey, muß das Wasser öfters umgerührt werden, daß kein Unterschied der Wärme in den verschiedenen Theilen des Wassers Statt finde. Ist dies geschehen, und man findet, daß die Höhe des Queckfilbers bleibend ist, auch der Kontakt mit der Schraube des Mikrometers innerhalb einer Zeit der nämliche bleibt, so kann man annehmen, daß die Wärme aller drei Körper die nämliche sey, wie die Wärme des Wassers, so verschieden sie auch in Absicht ihrer spezifischen Schwere u. s. f. seyn dürften. Die ganze Schwierigkeit beruht nun auf folgendem Problem; nämlich:

Die absolute Expansion der Grundfläche zwischen irgend zwei gegebenen Graden von Wärme zu finden, die nicht größer ist, als diejenige des Wassers.

In

In dieser Absicht bearbeite man eine gleichspaltige Stange Tannen- oder Cederholz, welches, wie man weiß, durch Wärme weniger ausdehnbar ist als jedes bisher bekannte Metall. Eine solche Stange bringe man an das Instrument auf gleiche Art wie andre Stangen, die man untersuchen will; damit aber die Weiche des Holzes der Genauigkeit bei dessen Einlegen nicht hinderlich sey, so versehe man die Enden mit einem Messingstreifen, den man an den Punkten des Kontakts einlege; um so viel als möglich zu verhindern, daß die Feuchtigkeit oder der Dampf des Wassers nicht in das Holz eindringe, überziehe man es vorher mit einem Firniß, und umwickle es sodann rund herum mit groben Flachse von einem Ende zum andern; dies wird größtentheils die Feuchtigkeit vorher einsaugen, ehe sie noch bis zum Holze gelangt. Eben so richte man auch das Gefäß dergestalt ein, daß, nachdem man das Instrument zu einer schicklichen Höhe darein gesezt, die Stange, welche gemessen werden soll, sich gewissermaßen oberhalb der Bedeckung befinde, indeß die Basis unter Wasser steht: auf diese Art wird der Deckel gleichfalls die Feuchtigkeit abwenden helfen. Man bringe nunmehr das Wasser in dem Gefäße bis zu seinem tiefsten Grade der Wärme, bei oder nahe am Gefrierpunkte, indeß die Basis lange genug unter Wasser gehalten wird, um den nämlichen Grad der Wärme anzunehmen, und die hölzerne Stange vorher in einem nahen Zimmer aufbehalten worden, was vermöge Einfeuerung oder auf andre Art keinen plözlichen Abänderungen der Temperatur unterworfen ist. So bringe man die Stange nunmehr an das Instrument, sehe auf die Grade des Mikrometers und Thermometers, und schreibe sie auf. Die hölzerne Stange bringe man izt wieder an ihren vorigen Ort, bis das Wasser zu einem größern Grad auf oder nahe demjenigen

des siedenden Wassers erwärmt worden. Nachdem man nun den Deckel zugemacht, und die Fugen mit Werg verstopft, um zu verhindern, daß der Dampf so viel als möglich nicht verfliege, bringe man die hölzerne Stange wieder an das Instrument, und sehe wie vorher auf die Grade des Mikrometers und Thermometers: der Unterschied der Grade des Mikrometers, übereinstimmend mit dem Unterschiede der Grade des Thermometers, wird dann auf diese Art die Expansion der Basis zwischen diesen Graden der Wärme bestimmen, d. i. bei Voraussetzung, daß die hölzerne Stange während der Zeit als die zweite Messung genommen worden, so wie bei der erstern, von einerlei Länge geblieben. Indessen da wohl kaum ein Maaß ohne Zeitverlust genommen werden kann, so wie auch das ganze Instrument, wenn die Messung während der Wärme geschehen soll, beträchtlich wärmer geworden ist als die hölzerne Stange, und im Falle des kochenden Wassers, der Dampf sehr wirksam ist, so kann denn freilich die Stange eine merkliche Veränderung in ihrer Länge erleiden, ehe noch das Maaß genommen wird, welches vornehmlich theils durch die Wärme, theils durch die Feuchtigkeit geschieht, welches beides auf die Expansion der Stange wirkt. Allein da dies nur sehr geringe ist, und ziemlich genau berichtiget werden kann, so wird eine solchergestalt angebrachte hölzerne Stange dem nämlichen Endzwecke entsprechen, als ob sie vermöge Wärme und Feuchtigkeit ganz und gar keiner Veränderung unterworfen wäre.

Um aber die Größe dieser Veränderung zu wissen, beobachte man die Zeit, welche zwischen der ersten Anbringung der Stange an das Instrument, und der Aufnehmung des Maaßes, vermittelst einer Sekundenuhr oder auf andre Art; nach einem andern gleichen Zwischenraume an Zeit nehme man ein Sekundenmaaß, und so nach einem dritten Zwischenraume ein drittes und ein

vier-

viertes; die drei Unterschiede dieser vier Maaße werden ziemlich genau mit drei Gliedern einer geometrischen Progression übereinstimmend gefunden werden, wovon das vorhergehende Glied bekannt seyn kann, und die Korrektion seyn wird, welches, wenn es auf das erst genommene Maaß angewendet wird, es darauf zurück bringt, was es gegeben haben dürfte, wenn die hölzerne Stange während dem Aufnehmen des Maaßes nicht expandirt geworden wäre.

Aus einigen wenigen Beobachtungen dieser Art, die man sorgfältig wiederhohlet, kann denn solchergestalt die Expansion der Basis genau bestimmt werden; ist dies einmal geschehen, so wird nunmehr die Anstellung von Versuchen an andern Stangen sehr leicht und bequem werden.

Die Grundfläche dieses Instruments, so wie alle übrige Theile desselben, ist von Messing. Ich wähle diese Substanz lieber als jede andre, deren Expansion größer oder geringer ist, weil ich aus einigen vorher angestellten Versuchen gefunden habe, daß die Expansion des Messings beinahe das Mittel zwischen solchen Körpern ist, welche am meisten in ihrer Expansion verschieden sind. Aus diesem Umstande ergiebt sich ein großer beträchtlicher Vortheil, weil so wie die Maaße, die bei gewöhnlichen Versuchen genommen werden, ihre Differenz von Messing sind, das was vom Thermometer abhängt, um desto geringer seyn wird, je geringer diese Differenzen sind. Diese Vorsicht habe ich um desto nothwendiger gefunden, als die größten Fehler, denen Versuche, die mit diesem Instrumente angestellt werden, unterworfen sind, vornehmlich dem Thermometer zugeschrieben zu werden scheinen, so gut auch dasjenige, dessen ich mich bediente, eingetheilt, und auch in jeder andern Rücksicht vollkommen war; indessen muß dies nothwendig erfolgen, weil die Skale und die Empfindlichkeit des Mikrometers,

wenn solche Metalle versucht wurden, welche am meisten von der Basis unterschieden sind, größer waren, als diejenige des Thermometers.

Die messingene Stange, welche die Grundfläche ausmacht, ist einen Zoll breit, einen halben Zoll stark, und ihre Enden sind aufwärts gebogen; das eine Ende von der nämlichen Stange steht unter rechtem Winkel aufwärts, ohngefähr drei und einen halben Zoll hoch, und macht mithin eine feste Unterlage für das Ende der Stange, welche untersucht werden soll; das andre Ende wirkt auf die Mitte eines Hebels von der zweiten Art, dessen Ruhepunkt auf der Grundfläche ist; die Bewegung des äußern Endes des Hebels ist daher das Doppelte der Differenz zwischen der Expansion der Stange und der Grundfläche. Dieser obere Theil des Hebels steigt über den Deckel des Gefäßes, so daß dasselbe und die Mikrometerschraube jederzeit außerhalb dem Wasser sich befinden. Das Ende des Hebels ist mit einem Zusatze versehen, welchen ich den Fühler nenne: es ist das Ende dieses Theils, welches mit der Mikrometerschraube in Berührung kommt. Die Bauart und Anwendung davon wird man besser aus der Zeichnung als durch die genaueste Beschreibung ersehen. Man sieht hieraus, daß wenn man die Länge des Hebels von dessen Unterstützung bis zum Punkt der Aufhängung des Fühlers, den Abstand zwischen dem Ruhepunkte und dem Punkte des Kontakts mit der Stange, die Zolle und Theile, welche mit einer gewissen Anzahl von Gängen des Mikrometers übereinstimmen, und die Zahl der Eintheilungen im Umkreise der Zeigerplatte hat, der Bruch eines Zolls, so wie ihn eine Eintheilung auf die Platte giebt, hergeleitet werden könne. Diese Maaße sind folgende:

Von dem Ruhepunkt des Hebels bis zum Fühler	5. 875	Zoll
Von dem Ruhepunkt bis zur Platte des Kontakts	2. 895	—
Länge von 70 Gängen der Schraube	2. 455	—
Eintheilungen im Umkreise der Zeigerplatte	100	—

Daher

Daher wird denn der Werth einer Eintheilung $\frac{10}{17863}$ Theil eines Zolles seyn: wird aber die Schraube um $\frac{1}{4}$ einer dieser Eintheilungen verändert, so wird, wenn der Kontakt zwischen der Schraube und dem Fühler gehörig eingerichtet ist, der Unterschied des Kontakts, wenn ich so sagen darf, dem leichtsinnigsten Beobachter merklich werden müssen: folglich wird mit diesem Instrumente $\frac{1}{71452}$ Theil eines Zolls schon aufzunehmen seyn.

Noch ist etwas in Rücksicht der Berichtigung der Mikrometerschraube übrig, als welche der einzige Theil dieses Instruments ist, welcher in der Ausführung eine sehr große Genauigkeit erfordert; wie schwer solche Schrauben zu machen sind, die alle mögliche Güte haben, ist jedermann bekannt, welcher einige Erfahrung darinne hat, nämlich daß die Gänge der Schraube nicht nur an allen Orten gleich weit von einander stehen, sondern daß auch die Gänge gegen die Axe in jedem Theile des Umkreises gleiche Neigung haben.

Da beinahe von einerlei Theile der Schraube in diesen Versuchen Gebrauch gemacht wird, so ist es eben der leztere Umstand, welcher der Untersuchung hauptsächlich bedarf. Zu dieser Absicht bearbeite man einen schwachen Streifen Stahl, oder irgend ein andres Metall, dessen Dicke ohngefähr ein Achtel des Abstandes der Gänge beträgt. Man gebe den Rändern dieser schwachen Platte eine solche Gestalt, daß sie genau in den bestimmten Einschnitt passen, in welchen das eine Ende der Stange gelegt wird. Eine Schraube lasse man denn durch die messingene Säule, welche diesen Einschnitt trägt, solchergestalt gehen, daß das Ende der zu messenden Stange, welches am entferntesten vom Hebel ist, gegen die Spitze, oder vielmehr gegen das schwache halbsphärische Ende dieser Schraube, gerichtet sey. Eine dieser messingenen Stangen, deren man sich bei andern Versuchen bedienet hat, bringe man in das Instrument,

und nehme das Maaß; dann lege man die schwache Platte zwischen das Ende der Stange und die Spitze der lezterwähnten Schraube, und nehme das Maaß nochmals; indessen beobachte man zuerst, daß die Platte so in den Einschnitt gelegt werde, daß der nämliche Ort der Platte stets mit der Spitze der Schraube übereinkomme, und folglich kein Irrthum von der verschiedenen Stärke an verschiedenen Orten der Platte erfolgen könne: auch sehe man dahin, daß alles gehörig getragen werde; dann gehe man mit der nämlichen Schraube vor, bis die Mikrometerschraube um $\frac{1}{4}$ einer Revolution rückwärts gestoßen wird; man wiederhole die Messung mit und ohne der schwachen Platte, gehe mit der erstern Schraube wieder vor, so daß die Mikrometerschraube um ein andres Viertheil eines Umgangs zurückweiche, und wiederhole die Messungen mit und ohne der schwachen Platte. Hat man dieses Verfahren so weit als möglich fortgesezt, so wird man sehen, daß, indem die Dicke der Platte immer die nämliche bleibt, wenn der Unterschied der Messungen, mit und ohne dieselbe genommen, nicht stets der nämliche in den verschiedenen Theilen einer Revolution der Mikrometerschraube ist, daß diese Schraube nicht gleichwinklicht sey; indessen können nach den Differenzen der Messungen, die der Dicke einerlei Platte in den verschiedenen Theilen einer Revolution entsprechen, die Fehler ziemlich genau berichtiget werden. Zu größerer Gewißheit bei dieser Untersuchung, wenn nicht die Wärme von dem Körper des Beobachters auf die Stange oder das Instrument während der Beobachtung Einfluß hat, tauche man alles in ein Gefäß Wasser, welches eine beträchtliche Zeit vor Anfange der Beobachtung gestanden hat, um die nämliche Temperatur der Luft anzunehmen, welche gleichfalls in einem temperirten Zustande sich befinden muß.

Auf diese Art untersuchte ich diejenigen Gänge dieser Schraube, von denen ich in folgenden Versuchen Gebrauch machte, fand aber keine wesentlichen Fehler. Das

Das Resultat der mit diesem Instrumente angestellten Versuche stimmt vollkommen mit den Verhältnissen der Expansion verschiedener Metalle überein, die von Herrn Ellicott gegeben worden, welche er nach einem Pyrometer *) genommen, dessen in den philosophischen Transaktionen erwähnt worden, die, da der Bau beider Instrumente sehr verschieden ist, solchemnach einander zur Bestätigung dienen.

Fig. 5. Taf. III. stellt das Instrument ohne dem Wassergefäße vor, in welchem es gebraucht wird. ABCD ist die Hauptstange oder die Basis des Instruments. EF die Stange, welche gemessen werden soll, und welche in zwei Einschnitten liegt, deren einer in der aufrechtstehenden Stange AB, der andre in dem Haupthebel HI befestiget ist. Das Ende E der Stange EF liegt gegen die Spitze von G, einer Schraube, deren man sich zu Untersuchung der Mikrometerschraube bedient. Das andre Ende der Stange F liegt gegen einen kleinen sphärischen Vorsprung von hartem Metall, welcher in gleicher Höhe wie G in dem Haupthebel HI befestiget ist. K ist eine Welle, die in der Basis befestiget ist, welche an jedem Ende die Spitzen der Schrauben HL aufnimmt, auf denen sich der Hebel bewegt, und gleichsam zum Ruhepunkte dient. O ist eine schwache Feder, um den Hebel gegen die Stange anzudrücken, und P ein Arm, um zu verhindern, daß der Hebel nicht vorwärts falle, wenn die Stange herausgenommen wird. N ist der Fühler, welcher gewissermaßen die Gestalt eines T hat, er ist an den Spitzen der Schrauben IM aufgehangen, und auf- und unterwärts beweglich; diese Schrauben so wie diejenige HL sind so eingerichtet, daß sie eine freie, aber nicht schlotternde Bewegung zulassen. QR ist der

Hand-

*) Ich werde dieses Instruments zu einer andern Zeit erwähnen, um eine vollkommne Vergleichung dieserwegen anzustellen. G.

Handgriff des Fühlers, welcher in einem willig gehenden Scharnier bei R beweglich ist, so daß wenn man ihn bei Q anfaßt, der Fühler auf- und unterwärts beweglich ist, ohne durch den unregelmäßigen Druck der Hand zu leiden. Das Ende S des Fühlers ist gleichfalls mit einem vorstehenden Stück harten Metalls versehen, um dessen Kontakt mit der Spitze der Mikrometerschraube um desto vollkommner zu machen. T ist die Mikrometerschraube. V die eingetheilte Zeigerplatte, und W ein Knopf für den Handgriff. Die Mikrometerschraube geht durch zwei feste Säulen, in denen die Schraubenlöcher D und Y sich befinden. Der Theil Y Z ist etwas federartig gemacht, und strebt, die Schraube rückwärts von der Oefnung bei D zu treiben, erhält folglich die Mikrometerschraube beständig gegen deren Gänge in einerlei Richtung, und macht daher die Bewegung daran vollkommen dauerhaft und sanft. X ist der Zeiger mit den Eintheilungen, welcher die Gänge der Schraube angiebt. Dieser Theil bezeichnet die Eintheilungen der Platte, so wie die Fläche der Platte die Divisoren auf dem Zeiger bemerkt. Wenn das Instrument gebraucht wird, so nimmt man den Knopf bei Q mit der einen Hand, und indem man den Fühler auf und nieder bewgt, bewegt man mit der andern die Schraube T, bis deren Spitze in Berührung mit dem Fühler kommt; die Platte und der Zeiger V und X werden sodann die Umgänge und Theile angeben.

Fig. 6. stellt das Instrument so vor, wie es zum Gebrauch in ein Gefäß Wasser gestellt worden. A B ist das Gefäß, C der Dekkel, welcher, wenn das Instrument Fig. 5. auf Unterlagen gesezt worden, zwischen der Stange E F und der Basis B C geht. D ist ein Handgriff, um den Dekkel abzuheben, wenn Wärme gegeben worden. E das Merkurialthermometer. F ein Hahn, das Wasser abzulassen. G H eine ausgehöhlte Stange von Zinn, welche sieben Lampen mit Spiritus trägt, und vermittelst der Schrauben I, K höher und niedriger gestellt werden kann, um das Wasser im Gefäß gehörig zu erwärmen.

Zu Seite 109 bis 116.

I. Tafel.

No.	Materie der Stangen.	Kalte Messung. Theile des Mikrometers.	Kalte Messung. Grade des Thermometers.	Mittlere Messung. Theile des Mikrometers.	Mittlere Messung. Grade des Thermometers.	Heiße Messung. Theile des Mikrometers.	Heiße Messung. Grade des Thermometers.	Aeußerste Punkte. Differenz der Theile.	Aeußerste Punkte. Differenz des Thermometers	Aeußerste Punkte. Differenz der Theile zu 160	Kalt und Mittel. Differenz der Theile.	Kalt und Mittel. Differenz des Thermometers	Kalt und Mittel. Differenz der Theile zu 660	Mittlere. Theile aus den äußern Punkten.	Mittlere. Unregelmäßigkeiten.
1	Stange von weißem Tannenholz	486.3	40½	—	—	190.3	211½	—296.0	171	287.0	—	—	—	—	—
2	= = = = = = wiederhohlt	495.8	47½	—	—	212.1	211	—283.7	163½	288.0	—	—	—	—	—
3	= = = = = = wiederhohlt	514.6	43½	401.0	109	—	—	— —	—	287.0	113.6	65½	114.5	—	—
4	= = = = = = wiederhohlt	573.1	37	—	—	271.1	211½	—302.0	174½	288.0	—	—	—	—	—
5	Weiße Glasbarometerröhre = = =	625.0	39½	569.0	96½	500.5	163	—124.5	123½	167.5	56.0	57	65.0	66.5	+1½
6	= = = = = = wiederhohlt	566.6	39	—	—	406.3	206	—160 3	167	159.5	—	—	—	—	—
7	= = = = = = wiederhohlt	557.1	47	494.7	112	398.0	208	—159.1	161	163.5	62.4	65	63.3	65.0	+1½
8	Martialischer Spießglaskönig = = =	684.1	47	—	—	560.0	210	—124.1	163	126.1	—	—	—	—	—
9	= = = = = = = = =	751.0	39½	708.0	95½	662.5	154	— 88.5	114½	128.0	43.0	56	50.7	51.0	+ ¼
10	Ungehärteter Stahl = = = =	685.7	40	—	—	564.9	210	—120.8	170	118.2	—	—	—	—	—
11	= = = = = = wiederhohlt	683.8	47	638.0	113½	566.3	210½	—117.5	163½	119.0	45.8	66½	45.5	47.4	+2½
12	Eine andre Stange von dem nämlichen Stück	719.7	40	—	—	599.5	210	—120.2	170	117.5	—	—	—	—	—
13	Eine andre Stange von einem verschiedenen Stück	740.1	40½	—	—	622.3	210½	—117.8	170	115.5	—	—	—	—	—
14	= = = = = = wiederhohlt	739.9	47	694.0	114	625.0	209	—114.9	162	117.5	45.9	67	45.1	46.7	+1½
15	Gehärteter Stahl = = = = =	904.5	37¾	855.5	113½	795.2	210	—109.3	172¼	105.3	49.0	75¾	42.7	41.9	— 1
16	Danziger Eisen = = = = =	697.5	40½	—	—	593.5	211½	—104.0	171	101.0	—	—	—	—	—
17	Eine andre Stange von eben dem Stück =	705.8	40½	—	—	604.5	210½	—101.3	170	99.0	—	—	—	—	—
18	Eine andre Stange von einem andern Stück =	683.9	40½	—	—	580.3	210¼	—103.6	170	101.0	—	—	—	—	—
19	= = = = = = wiederhohlt	683.5	47	642.9	111	583.1	209	—100.4	162	102.5	40.6	67	40.0	40.8	+ ¾
20	Starker Draht von englischem Eisen = =	756.0	40	—	—	653.6	209	—102.4	169	101.0	—	—	—	—	—
21	Eine andre Stange von eben diesem Stück =	694.9	40	—	—	593.6	207	—101.3	167	101.0	—	—	—	—	—
22	Bismuth = = = = = =	689.6	39	—	—	606.0	211	— 83.6	172	80.7	—	—	—	—	—
23	Gehämmerte Kupferplatte = = =	542.1	40	—	—	511.1	205	— 31.0	165	31.2	—	—	—	—	—
24	= = = = = = wiederhohlt	605.0	39½	593.5	94¾	582.0	142	— 23.0	102½	37.2	11.5	55¼	13.7	14.8	+1
25	Eine andre Stange von eben diesem Stück =	660.0	39½	—	—	627.1	203	— 32.9	163½	33.4	—	—	—	—	—
26	= = = = = = wiederhohlt	717.0	39¾	705.0	93½	694.5	189¾	— 22.5	100	37.3	12.0	53¾	14.7	14.8	+ 1/10
27	Kupfer, 8 Theile mit 1 Theil Zinn = =	721.0	47	715.0	111½	703.7	209	— 17.3	162	17.7	6.0	64½	6.1	7.0	— 1
28	Gegoßnes gehämmertes Messing = =	581.1	39½	—	—	571.8	210	— 9.3	170½	9.1	—	—	—	—	—
29	= = = = = = wiederhohlt	584.2	47	582.0	112½	575.0	208½	— 9.2	161½	9.5	2.2	65½	2.2	3.8	+1½
30	Das nämliche Messing ungehämmert = =	682.4	39⅛	—	—	673.5	210	— 8.9	170½	8.7	—	—	—	—	—
31	Dicker Messingdraht hart gezogen = =	691.2	39½	—	—	691.0	210	— 0.2	170½	0.2	—	—	—	—	—
32	= = = = = = wiederhohlt	694.5	47	695.5	112½	692.3	209½	— 2.2	162½	2.2	1.0	65½	1.0	0.9	— 1/10
33	Messingdraht weicher gezogen = = =	741.1	39½	—	—	741.1	210	— 0.0	170½	0.0	—	—	—	—	—
34	Spiegelmetall = = = = = =	827.7	47	828.8	112	826.5	208½	— 1.2	161½	1.2	1.1	65	1.1	0.5	— ½
35	Messing, 16 Theile mit 1 Theil Zinn = =	603.7	47	602.5	111½	597.6	209	— 6.1	162	6.3	1.2	64½	1.2	2.5	+1¼
36	Messingloth, nämlich 2 Theile Messing 1 Theil Zink	615.0	47	624.2	111½	632.5	209	+ 17.5	162	17.9	9.2	64⅞	9.4	7.1	—2¼
37	Fein Zinn = = = = = =	743.3	47	764.0	109½	793.8	211	+ 50.5	164	51.1	20.7	62½	21.8	20.4	—1½
38	Gekörntes Zinn = = = = = =	742.4	47	767.1	115	818.2	209	+ 75.8	162	76.8	24.7	68	24.0	30.5	+6½
39	= = = = = = wiederhohlt	735.5	39	—	—	822.6	210	+ 87.1	171	84.5	—	—	—	—	—
40	Schnellloth, nämlich 2 Theil Blei 1 Theil Zinn	681.7	47	713.0	114	765.0	210	+ 83.3	163	84.7	31.3	67	30.8	33.7	+3
41	5 Theile Zink, 1 Theil Zinn leicht gehämmert	753.5	38¾	797.5	105	826.5	147	+ 73.0	108¼	111.8	44.0	66¼	43.9	44.4	+ ½
42	Hartes Blei = = = = = =	569.5	39	—	—	721.7	211	+152.2	172	147.2	—	—	—	—	—
43	= = = = = = wiederhohlt	617.7	47	664.5	110	753.0	211	+135.3	164	136.5	46.8	63	49.0	54.3	+5¼
44	Weiches Blei = = = = =	552.7	47	609.3	110	680.7	211	+128.0	164	129.5	56.6	63	59.2	51.5	—7¾
45	Zink = = = = = = = =	654.9	39	—	—	810.0	211½	+155.1	172½	149.0	—	—	—	—	—
46	= = = = = = wiederhohlt	665.6	47	723.5	114½	812.0	210	+146.4	163	149.0	57.9	67½	56.5	59.4	+ 3
47	Zink, einen Fuß desselben zu ein halb Zoll gestreckt	628.0	38¼	693.0	106½	744.5	150	+116.5	111¾	173.0	65.0	68¼	63.0	68.9	+ 6

Tafel der Versuche wodurch die Zahlen in der I. Taf. Kol. 6. Nr. 1. 2 und 4 bestimmt werden.

1. Versuch. Die Zeit zwischen Einlegung der Stange in das Instrument, und der Aufnehmung der ersten Messung betrug eine halbe Minute: daher waren auch die Zwischenräume zwischen Aufnehmung der folgenden Messungen eine halbe Minute. Die erste Messung war 208, die zweite $214\frac{1}{2}$, die dritte $216\frac{1}{2}$, die vierte $217\frac{1}{2}$. Die Differenzen davon sind $6\frac{1}{2}$, 2 und 1, welches mit den drei lezten Gliedern folgender geometrischen Progression sehr gut übereinkommt, deren gemeinschaftlicher Divisor ist 2. 8 nämlich 17. 7: 6. 3 = 2 25: 8; daher wird so wie die wachsenden Maaße vom ersten, wenn die erste Messung durch das erste Glied vermindert wird, nämlich 208 — 17. 7 = 190. 3, das wahre Maaß der Stange im ersten Augenblick ihrer Anbringung seyn, ehe sie noch von der Wärme und Feuchtigkeit um das Instrument verlängert worden.

2. Versuch. Die erste Messung war $221\frac{1}{4}$, die zweite 227, die dritte $230\frac{1}{2}$, die vierte $232\frac{3}{4}$, deren Differenzen sind $5\frac{3}{4}$, $3\frac{1}{2}$ und $2\frac{1}{4}$, welches mit den drei lezten Gliedern folgender Progression übereinkommt, deren gemeinschaftlicher Divisor ist 1. 6, nämlich 9. 2: 5. 8 = 3. 6: 2. 2; mithin 221. 25 — 9. 2 = 212. 15.

3. Versuch. Die erste genommene Messung war 401, und bei diesem Grade der Wärme veränderte sich die hölzerne Stange innerhalb zwei Minuten nicht merklich.

4. Versuch. Die erste genommene Messung war $275\frac{1}{2}$, die zweite $278\frac{1}{2}$, die dritte $280\frac{3}{4}$, und die vierte $282\frac{1}{2}$. Die Differenzen sind 3, $2\frac{1}{4}$, $1\frac{1}{2}$, welche mit den drei lezten Gliedern folgender Progression übereinkommen, deren gemeinschaftlicher Divisor ist 1. 43, nämlich 4. 4: 3. 1 = 2. 15: 1. 5; mithin 275. 5 — 4. 4 = 271. 1. welches das erste verbesserte Maaß ist.

Man

Man sieht daher aus der ersten Tafel Nr. 1, 2, 3 und 4. Kol. 9., daß diese Versuche unter gehöriger Reduktion auf eine Eintheilung des Mikrometers übereinstimmen; und daß die Expansion der Basis ins Mittel gerechnet 287½ Theile davon ist, welches mit 166° Fahrenh. Thermometer übereinkommt.

In dieser Tafel sind die 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 und 8te Kolumne vermöge der Ueberschrift hinreichend erklärt. Die neunte Kolumne enthält den Unterschied der Zahlen in der dritten und siebenten Kolumne und giebt die Differenzen der Expansion der Basis und der gemessenen Stange zwischen den verschiedenen Graden der Wärme, die in der zehnten Kolumne angegeben worden, welche Kolumne aus den Differenzen zwischen der vierten und achten Kolumne besteht. Die eilfte Kolumne wird durch Proportionirung der Zahlen in der zehnten Kolumne gemacht, so wie sie seyn sollten, wenn man eine gleichförmige Expansion voraussezt, im Fall die Differenz der Wärme beständig 166 Grad Fahrenheit gewesen. Die zwölfte, dreizehnte und vierzehnte Kolumne werden auf gleiche Art von der 3ten, 7ten, 4ten und 5ten Kolumne gemacht. Die funfzehnte Kolumne entsteht, wenn man sezt, wie 166° ist zu 66°, so ist irgend eine Zahl in der eilften Kolumne zu ihrer korrespondirenden in der fünften Kolumne, welche, wenn die Expansion vollkommen gleichförmig wäre, oder in dem nämlichen Verhältnisse wie diejenige des Queckfilbers, mit der vierzehnten Kolumne übereintreffen müßte. Die sechzehnte Kolumne enthält die Differenzen der vierzehnten und funfzehnten Kolumne, und begreift die Unregelmäßigkeit der Expansion, oder die Abweichung der Zahlen in der vierzehnten Kolumne von dem, was sie gewesen seyn sollten, im Fall daß die Metalle sich gleichförmig ausgedehnt hätten. Wenn die Zahlen in der eilften Kolumne zu Folge der Zeichen in der neunten Kolumne zu der bestimmten Zahl

287.

287. 5, welche die Expansion der Basis andeutet, addirt, oder davon subtrahirt werden, so giebt dies die wahre Expansion der Stangen in Theilen des Mikrometers, vermöge einer Differenz gleich 166° Fahrenheit, etwas über dem Gefrierpunkt, und unter dem Siedepunkt genommen. Die Expansion der Basis für 66° über der erwähnten niedern Wärme ist 114. 5. Dies ist gleichfalls eine beständige Zahl; werden davon oder dazu die Zahlen in der vierzehnten und funfzehnten Kolumne addirt oder subtrahirt, je nachdem die Zeichen in der neunten Kolumne es angeben, so erhält man dadurch die wahren Expansionen für 66°; die erste, wie sie sich zu Folge des Versuchs ergiebt, die andre, wie sie seyn sollte, wenn man eine gleiche Expansion voraussetzen könnte; indessen da die solchergestalt erhaltenen Zahlen aus der vierzehnten und funfzehnten Kolumne die nämlichen arithmetischen Verhältnisse haben werden, wie die Zahlen in der vierzehnten und funfzehnten Kolumne, so wird die Unregelmäßigkeit im Verhältniß zur ganzen Expansion sehr wenig betragen, vielleicht selbst so geringe seyn, daß dies größtentheils irgend einer Unachtsamkeit bei Anstellung der Versuche selbst eher zugeschrieben werden kann.

II. Tafel. Ueber die Expansionen der Metalle, welche zeigt, um wieviel jedes von ein Fuß lang bei zunehmender Wärme von 180° Fahrenheit oder der Differenz zwischen gefrornem und kochendem Wasser länger wird, in solchen Theilen ausgedrückt, wovon die Einheit dem 10000sten Theile eines Zolls gleich ist.

1.	Weiße Glasbarometerröhre.	100
2.	Martialischer Spießglaskönig,	130
3.	Ungehärteter Stahl,	138
4.	Gehärteter Stahl,	147
5.	Eisen,	

5.	Eisen,	151
6.	Bismuth,	167
7.	Gehämmertes Kupfer,	204
8.	Kupfer, 8 Theile gemischt mit 1 Theil Zinn	218
9.	Gegossen Messing,	225
10.	Messing, 16 Theile mit 1 Theil Zinn gemischt,	229
11.	Messingener Draht,	232
12.	Spiegelmetall,	232
13.	Hartes Loth, nämlich 2 Theile Messing, 1 Theil Zink,	247
14.	Feines Zinn,	274
15.	Granulirtes Zinn,	298
16.	Schnellloth, nämlich 2 Theil Blei und 1 Theil Zinn,	301
17.	Zink, 8 Theile, mit 1 Theil Zinn, etwas gehämmert,	323
18.	Blei,	344
19.	Zink,	353
20.	Zink, ein Fuß um einen halben Zoll ausgestreckt.	373

Es sind nunmehr verschiedene Jahre, seitdem ich zuerst die sehr beträchtliche Expansion der halb metallischen Substanz untersuchte, die unter dem Namen Zink, Spiauter oder Tootaneg bekannt ist, und ich schlug sie statt des Messings als geschickter vor, um zusammengesezte oder Rostpendeln, und metallische Thermometer daraus zu verfertigen, da dessen Expansion beträchtlich größer, und die Konsistenz desselben, wenn es gelinde gehämmert wird, nicht viel nachgeben würde. In der nämlichen Absicht habe ich außer bereits angegebenen Versuche mit verschiedenen andern metallischen Kompositionen gemacht, alle aber kamen dem Zink in der Expansion, und die meisten derselben in der Konsistenz nicht bei.

Es scheint, daß Metalle ein ganz verschiedenes Verhältniß der Expansion in einer Flüssigkeit beobachten, gegen dem, was sie im festen Zustande thun: denn der Spießglaskönig gieng nach dem Schmelzen, so wie er fest ward, beträchtlich mehr ein als der Zink.

Im LXXVIsten Bande der Philosophischen Transaktionen erklärt sich Herr Smeaton noch ferner über die Vollkommenheit seines Thermometers. Ich habe gezeigt, sagt er, daß zu Folge des Grundsatzes des Kontakts der 24000ste Theil eines Zolls die bestimmte Größe sey. Ich erinnere mich, daß ich damals nicht weiter gehen wollte, als was ich zuverlässig behaupten könnte, um nicht die Gränzen der Glaubwürdigkeit zu überschreiten; allein ich habe bei dieser Gelegenheit (über die Graduation astronomischer Instrumente) dieses Instrument nochmals untersucht, und ich fühle mich im Stande zu behaupten, daß der 60000ste Theil eines Zolls mit einem solchen Instrumente eine mehr bestimmte und sichere Größe ist, als der 4000ste Theil eines Zolls dem Gesichte ist, unter Umständen, die ich bereits angeführt. Die Gewißheit des Kontakts ist daher funfzehnmal größer, als diejenige des Gesichts, wenn er zu Eintheilung eines Instruments angewendet wird. Fände dieser Grundsaz von Gewißheit selbst weit über die Gränze, die ich izt angeführt habe, nicht Statt, so würden wir keineswegs so vollkommne Spiegel zu reflektirenden Teleskopen haben, als wir bereits besitzen.

Ein sehr gutes Pyrometer, besonders zu Bestimmung der Ausdehnung der Pendelstangen von Herrn Berthoud, werde ich in meinem Lehrbegriff der Uhrmacherkunst anführen.

V.

Beschreibung einer neuen Federwaage von Herrn J. G. Prasse.

Man hat verschiedene Arten von Federwaagen, wo vermittelst der Elasticität einer Feder durch ihr mehr oder weniger Anspannen auf einer vorgelegten Scheibe vermittelst eines Zeigers, der mit der Feder in Verbindung steht, oder auch auf andre ähnliche Art, die Schwere des angehangenen Körpers angegeben wird. Eine neue Art solcher Waagen, von Herrn Hanin, die zugleich eine Vergleichung der bekanntesten Gewichte in den verschiedenen Ländern Europas mit anzeigt, hat die Societät in London zu Aufmunterung der Künste, der Manufakturen und der Handlung im 9ten Bande ihrer Transaktionen aufgenommen, und befindet sich im 1. Bande der Auszüge aus diesen Abhandlungen, die ich für das deutsche Publikum besorgt habe.

Hier beschreibe ich eine andre ähnliche Waage, so wie sie seit kurzen Herr Prasse in Zittau erfunden, die von allen bisher bekannten ganz abweicht, und vielleicht wegen ihrer allgemeinen Brauchbarkeit sowohl, als wegen des kleinen Raums, den sie annimmt, so wie nicht weniger wegen ihrer größern Genauigkeit im Abwägen, vor allen bisher bekannten Federwagen den Vorzug verdienen dürfte. Ohnerachtet des geringen Raums, den sie einnimmt, ist sie doch im Stande, bei Abwägung der schwersten Lasten, selbst bis zum Zentner, und wenn es verlangt wird, vielleicht noch drüber, angewendet werden zu können.

Indessen wird von einer Federwaage hoffentlich niemand die schärfste Genauigkeit verlangen, welcher weiß, wel-

welchen Einfluß fast alle Dinge auf eine Feder haben, die doch hier eigentlich das Hauptwerk ausmacht; bei kleinen Lasten dürfte indessen doch gegenwärtige Waage von der strengsten Genauigkeit wenig abweichen.

Tafel III. Fig. 7. stellt die hintere, Fig. 9 die vordere Fläche des Gehäuses, und Fig. 15 zur Seite vor. ABCD Fig. 8. ist ein Gehäuse von Messing in der nämlichen Größe, wie die Vorstellung zeigt; indessen ist sie willkührlich, in welchem Falle denn alle innliegenden Theile sich nach diesem angenommenen Verhältnisse richten müssen; die innere Tiefe ist 1 Zoll. Der Haupttheil dieser Waage ist die Feder E, E, E, welche so eingelegt worden, daß ihr oberer Schenkel, welcher zur Abwägung bei Spannung dieser Feder weiter nichts beiträgt, auf der untern oder hintern Platte Fig. 7. dieses Gehäuses fest aufliegt, zu welcher Absicht auch ein Vorsprung an diesem Schenkel der Feder bei a Fig. 7 durchgeht, wo er in der daselbst gemachten Oefnung inne liegt. Weiter gegen ihre Biegung drückt sie gegen ein vorgelegtes Stück Messing a Fig. 8, das vorwärts etwas an der Seite der Feder vorstreift, wodurch sie vor dem Vorfall zugleich gesichert wird; der messingene Theil a ist vermittelst einer Schraube b an das obere Seitenblatt angeschraubt.

Der zweite Haupttheil dieser Federwaage ist der Hebel FF. Er liegt für sich völlig frei in dem Gehäuse, und ist von einer umgebogenen messingenen Platte bearbeitet, so daß seiner ganzen Länge nach für sich ein leerer Kanal bleibt. Fig. 10 und 11 ist er besonders abgebildet. In diesen Kanal wird der stählerne und stark gehärtete Theil e, eingelegt, der drei verschiedene Einschnitte f, f, f hat, und dessen oberer Ansaz g, an dem eine Schraube geschnitten worden, durch den Rücken des Hebels durchgeht, wo er vermittelst der Schraube h fest mit diesem Hebel verbunden wird. An dem einen

Ende dieses Hebels ist vermittelst des Stifts c Fig. 8, 10 und 11 der Theil i Fig. 8 und 11 eingehangen, welcher sich unterhalb in einen Ring endiget, in welchen der Haken Fig. 12 eingelegt wird, der zu Einhakung und Festhaltung der Last bestimmt ist, welche gewogen werden soll. An dem andern Ende eben dieses Hebels ist vermittelst des Stifts d Fig. 8 und 11 die Spitze k eingelegt, welche gegen die Feder E, E, E Fig. 8. gerichtet ist, und daselbst unterhalb in einer Vertiefung leicht inne liegt.

Dieser Hebel hat, je nach der verschiedenen Schwere der Last, die gewogen werden soll, verschiedene Ruhepunkte. Der unbewegliche, feststehende Ruhepunkt l, welcher vermittelst der Schraube m an die untere Seite des Gehäuses aufgeschraubt worden, dient eigentlich nur, damit der Hebel vor dem Herabfallen gesichert ist, oder vielmehr, daß der Stift k nicht aus der Feder E falle. Der andre bewegliche Ruhepunkt n liegt in einer eigenen Vorrichtung p, auf welche er durch die Schraube o geschraubt worden, und läßt sich willkührlich, je nach der Last, die gewogen werden soll, auf einen der Einschnitte f in dem Hebel F, F Fig. 8. und 11 schieben. Zu Folge dieser Stellung der Unterlage oder des Ruhepunkts wird denn der Hebel verkürzt oder verlängert, und wirkt mithin leichter oder schwerer auf die Feder E, E, E, d. i. je nachdem der Hebel verkürzt wird, kann eine weniger oder mehr schwere Last gewogen werden, die man an den Haken Fig. 12. einhängen dürfte. Zur genauen Stellung dieses beweglichen Ruhepunkts unter die Einschnitte des Hebels geht durch einen länglichen Einschnitt an der hintern Platte des Gehäuses Fig. 7 eine Schraube Fig. 13 a; außerhalb der hintern Platte Fig. 7 liegt ein federartiger Streifen von Messing b, der zugleich mit der Unterlage gegen den Zeiger geschoben werden kann, wo der Ort angedeutet ist, wenn die Unterlage unter einem

einem der Einschnitte f Fig. 11 des Hebels FF steht; ein Schraubenkopf b Fig. 13 drückt den Streifen b Fig. 7 an.

So wie nun unter irgend einem Stande der Unterlage oder des Ruhepunkts n Fig. 8 in einem der Einschnitte f am Hebel F die an i und den Haken Fig. 12 angehangene Last diesen Theil des Hebels F herabzieht; daß der gegenüberstehende Theil, oder die daran befindliche Spitze k auf die Feder E wirkt, und diesen Arm in die Höhe treibt, so nimmt er zugleich den doppelt winkelartigen Theil qqqq, der oberhalb dem Gehäuse durchgeht, mit in die Höhe, und da darauf der Lappen r einer Welle liegt, so wird dieser Lappen zugleich in die Höhe gehoben. S ist eine schwache Feder, welche bei t angeschraubt worden, und dient blos, den Theil qqqq auf den Arm der Feder vor dem Herabfallen zu sichern.

Die Welle, an welcher der Lappen r Fig. 8. sich befindet, liegt zwischen zwei Plättchen u, u, u, deren eines von der vordern Platte Fig. 9 abgeht, das andre Fig. 7 und 8 aber ist an die hintere Platte angeschraubt. An der vordern Platte Fig. 9 ist an dem Zapfen dieser Welle der Zeiger A angesteckt, welcher folglich in dem Maaße gehoben wird, je nachdem die Feder E von der angehangenen Last einen stärkern oder geringern Druck erleidet, oder je nachdem das Winkelstück qqqq den Lappen r an der Welle hebt. Auf die Kreise bei B sind die Gewichte, je nach der Stellung des Ruhepunkts u Fig. 8 unter die Einschnitte f des Hebels F, die die angehangene Last wägt, gestochen.

In den Absaz T Fig. 8 wird der Ring Fig. 14 eingelegt, um diese Federwaage nebst der in den Haken Fig. 12 eingehangenen Last mit der Hand zu halten, und das Steigen des Zeigers A Fig. 9, folglich die Schwere der Last beobachten zu können.

Ich will hier nur noch der Art erwähnen, nach welcher der Erfinder die Grade auf den gezogenen Kreisen B Fig. 9 bestimmte. Er verfertigte sich zu dieser Absicht, um nicht so viele einzele Gewichte nöthig zu haben, eine große sehr empfindliche Schnellwaage. In den kurzen Schenkel dieser Waage hieng er die Federwaage vermittelst des Ringes Fig. 14 und den untern Haken Fig. 12 hakte er in einen feststehenden Pfosten ein. Auf diese Art ward es ihm ohne besondre Gewichte nöthig zu haben, sehr leicht, durch Fortschiebung des Gewichts auf dem längern Arme der Schnellwaage die Federwaage aufs genaueste einzutheilen.

VI.

Verfahren, um die Anreibung bei Maschinen zu verringern, von Keane Fitzgerald, Esq. F. R. S.

Philos. Transact. Vol. LIII.

Mechanik, oder derjenige Zweig der Mathematik, welcher von der Bewegung und den bewegenden Kräften, ihrer Natur und Gesetzen handelt, kann ganz eigentlich in die rationale und praktische getheilt werden. Diese Kenntniß der rationalen Mechanik, welche die ganze Theorie der Bewegung in sich begreift, und worauf so vorzüglich die Naturphilosophie sich stützt, ist besonders der Gegenstand des gelehrten Naturforscher; da hingegen die eigentliche Einrichtung von Maschinen, als der hauptsächliche Gegenstand der praktischen Mechanik, so unumgänglich nothwendig es auch ist, verschiedene Zweige der Landwirthschaft, der Manufaktur und der Handlung

lung damit zu verbinden, worauf doch immer der Reichthum und die Macht einer Nation, wenigstens zum größten Theil beruht, selten von andern als von bloßen Handarbeitern besorgt wird, welche nur öfters zu wenig mit den Grundsätzen bekannt sind, nach denen sie arbeiten sollten, mithin von ihnen in dieser Rücksicht selten große Verbesserungen zu erwarten stehen. Indessen hat es sich doch auch nicht selten zugetragen, daß vortreffliche Erfindungen geschehen sind, um schwere Lasten zu heben, und ihren Widerstand zu überwältigen, obschon diejenigen, von denen diese Erfindungen geschahen, sich nie die Mühe genommen, die eigentliche Ursache der Schwere näher zu prüfen.

Da dieser Zweig sicher der nuzbarste ist, und eine Kenntniß darinn verborgen liegt, die civilisirte Nationen von Barbaren auszeichnet, so sollte man glauben, daß sie Veranlassung zu größeren Verbesserungen darinn gegeben haben dürfte, als insgemein gefunden wird: allein nicht selten trägt es sich zu, daß mechanische Kräfte, die so offenbar der Theorie nach erklärbar scheinen, in der Ausführung mangelhaft gefunden werden, wo unerwartete Hindernisse sich vorfinden, als welche nebst den Unkosten und den Bemühungen, die insgemein bei Untersuchungen dieser Natur sich einfinden, wenn sie praktisch angewendet werden sollen, wahrscheinlich dazu am meisten beigetragen haben, daß die Verbesserungen darinn nicht größere Fortschritte gemacht.

Eines der größten Hindernisse für die mechanischen Kräfte der Maschine entspringt vornehmlich von der Anreibung, oder von dem Widerstande der Theile, die sich auf einander reiben, welche insgemein größer oder geringer ist, je nachdem die reibenden Theile einen größern oder geringern Druck erleiden; und doch hat man auf dieses Hinderniß noch so wenig Rücksicht genommen. Der Theoretiker nimmt wenig oder gar keinen Bezug

die Anreibung, und der praktische Mechaniker, welcher die Wirkungen davon nur zu sehr verspürt, nimmt sich doch, gleichsam als ob sie unvermeidlich wären, selten die Mühe, auf Mittel zu denken, diesem Hindernisse abzuhelfen.

Unter den wenigen, welche sich bemühet haben, die Größe der Anreibung, insofern sie von der Last herrühret, zu berichtigen, haben einige dieselbe um ein Drittheil, andre um die Hälfte, und noch andre größer oder geringer gehalten, je nachdem sie bei Anstellung ihrer Versuche ein verschiedenes Verfahren, oder strengere Genauigkeit beobachtet. Dr. Desaguliers erwähnt einiger Versuche, welche zeigen, daß die Größe der Anreibung bei einer Walze ohngefähr zwei Drittheil der Kraft sey, welche erforderlich ist, sie in Bewegung zu setzen, wenn die Oberfläche des Zylinders sich so geschwind als die Kraft bewegt.

Um nun die Größe der Anreibung zu untersuchen, welche von verschiedenen Lasten herrührt, hatte ich eine sehr genaue Waage gemacht, welche 27 Unzen wog; die Nuß der Stange war ein halber Zoll im Durchmesser, und bewegte sich in messingenen Pfannen, die in einem Rahmen befestiget waren, welcher zu dieser Absicht vorgerichtet war.

Sieben Pfund an jedem Arme unter 18 Zoll Entfernung von dem Mittelpunkte angehangen, erforderten 1 ½ Unze und 2 Pfenniggewicht, welche auf einer Seite zugelegt werden mußten, um den Widerstand von der Anreibung nur einigermaßen zu überwältigen, und drei Unzen um den Arm gegen zwei Zoll herabzuziehen. Ein und zwanzig Pfund erforderten vier und eine halbe Unze, um die kleinste Bewegung zu erzeugen, und sieben und drei Viertel Unzen, um ihn gegen zwei Zoll herabzuziehen. Sieben Pfund an jedem Arm unter einer Entfernung von neun Zoll vom Mittelpunkte angehangen, erfor-

forderten drei und ein Viertel Unzen, um die geringste Bewegung zu erhalten. Vierzehn Pfund hatten sechs und drei Achtel Unzen, und ein und zwanzig Pfund neun und ein Viertel Unzen nöthig.

Ich legte in die nämliche Waage eine andre Nuß von einem Zoll im Durchmesser ein, und hieng sieben Pfund an jeden Arm unter achtzehn Zoll Entfernung von dem Mittelpunkte, wo ich drei und drei Viertel Pfund an einem Arme zulegen mußte, um den Widerstand von der Anreibung zu besiegen, worauf dieser Arm beinahe zwei Zoll herabsank. Vierzehn Pfund auf gleiche Art angebracht, erforderten sieben und eine halbe Unze, welche diesen Arm um etwas mehr als zwei Zoll herabzogen. Ein und zwanzig Pfund erforderten eilf und drei Viertel Unzen, und der Arm sank zwei und ein halb Zoll herab. Sieben Pfund an jedem Arm unter neun Zoll Entfernung vom Mittelpunkte verlangten sieben und eine halbe Unze, um dem einen Arm Bewegung zu geben. — Vierzehn Pfund verlangten vierzehn Unzen, und ein und zwanzig Pfund zwanzig und eine halbe Unze.

Bei Wiederholung dieser Versuche fand ich wenig oder gar keine Verschiedenheit; und obschon die verschiedenen Kräfte, welche erforderlich waren, um den Widerstand von der Anreibung zu überwältigen, nicht genau im Verhältnisse mit den verschiedenen Lasten und Entfernungen stehen, so scheint es doch, daß die geringste dazu erforderliche Kraft der Hälfte der Last auf die Pfannen gleich sey, und daß eine Kraft beinahe gleich der ganzen Last erforderlich sey, mit nur einem geringen Grade von Geschwindigkeit den Widerstand von der Anreibung zu überwältigen. Indessen folgt demohnerachtet nicht, daß die außerordentliche Kraft, welche dem Anscheine nach erforderlich ist, die Anreibung mit diesem Grade von Geschwindigkeit zu überwältigen, ganz dieser Ursache zugeschrieben werden müsse, da ein Theil davon

nöthig ist, um die gegenüberliegende Last mit dem nämlichen Grade von Geschwindigkeit zu heben, ob es schon ein Theil derselben in der That ist. Denn da, wo es wenig oder gar kein Hinderniß von der Anreibung giebt, wird eine Last von einer Unze mehr als erforderlich ist, mit einer Last von sieben Pfund im Gleichgewicht zu stehen, sie mit einem eben so großen Grade von Geschwindigkeit heben, als zwei Unzen mehr als erforderlich ist thun, um den Widerstand von der Anreibung zu besiegen. So wäre denn eine nach Verhältniß beigesellige Kraft erforderlich, um den Widerstand von der Anreibung mit dem nämlichen Grade von Geschwindigkeit zu überwältigen, als erforderlich ist, um die Last zu heben.

Ich nehme hier nicht an, daß diese Versuche die eigentliche Größe der Anreibung bestimmen sollen, welche allgemein von der Last oder von dem Drucke herrührt, als welches wahrscheinlich niemals durch irgend einen noch so genau angestellten Versuch berichtiget werden kann; denn selbst bei Maschinen von gleichen Dimensionen, und mit gleichen Gewichten beschwert, kann die Größe der Anreibung von Zufällen sehr ungleich ausfallen, die von einander verschieden sind, und welche noch überdies zuweilen unbemerkbar sind; dergleichen sind die Dichtigkeit, Elasticität, Rundung und die Weiche der Theile, die sich auf einander reiben, besonders gehört hieher die Rundung und Weiche der Nuß und der Pfanne, als welche Theile bei großen Maschinen selten gehörig abgedrehet und polirt werden. Indessen scheint aus diesen Versuchen, daß die Größe der Anreibung bei großen Maschinen ziemlich genau gegen die Hälfte der Last oder des Drucks auf die reibenden Theile geschäzt werden kann, obschon bei andern Maschinen, welche klein sind, und mit Genauigkeit bearbeitet worden, diese Größe der Anreibung vielleicht nur ohngefähr ein Drittheil ist.

Man

Man sieht, daß die Größe der Anreibung bei irgend einer Maschine im Gegensaz einem gewissen Theile der Last oder des Drucks auf die reibenden Theile einer todten Oberfläche gleich ist. Und obschon die Schwere stets ein wirkender Grundsaz ist, die nach dem Mittelpunkte zu wirkt, und die Anreibung eine Art von Trägheit im Gegensaz der Bewegung, so kann sie doch mechanisch als so viel Last angesehen werden, welche eine Kraft nöthig macht, um den Widerstand in einem Verhältnisse der Geschwindigkeit der Kraft zur Geschwindigkeit des reibenden Theils auf eine todte Oberfläche zu überwältigen, wie bei dem Rade und der Welle Taf. IV. Fig. 1. wo das Rad A 28 Fuß im Durchmesser hält, die Welle B 1 Fuß, die Zapfen f der Welle B 4 Zoll, und die Last C, welche von der Welle B gehoben werden soll, 12 Tonnen oder 24000 Pfund beträgt.

Die Kraft an dem Rade A in Rücksicht der Last C, welche von der Welle B gehoben werden soll, muß in einem Verhältnisse des Halbmessers des Rades A zum Halbmesser der Welle B stehen, welche ist $\frac{20}{1}$; daher ist die Kraft D = 1200 hinreichend, um mit der Last C im Gleichgewichte zu stehen, und die geringste beigesellige Kraft würde sie heben, wenn kein andres Hinderniß dazu käme. Allein die Größe der Anreibung in den Zapfen f gleich $\frac{1}{2}$ der Last oder des Drucks auf diesen Theil angenommen, erfordert für das Rad A eine beigesellige Kraft, um den Widerstand zu besiegen, welche in einem Verhältnisse des Halbmessers des Rades A zum Halbmesser der Zapfen f, oder der Geschwindigkeit der Kraft im Rade A zur Geschwindigkeit des reibenden Theils auf die todte Oberfläche in den Zapfen f stehet, welche $\frac{60}{1}$ beträgt. Und da die Last des Rades A zu 1500 Pfund angenommen, desgleichen die Kraft D 1200 Pfund, zum Gleichgewichte mit dem Gewichte 24,000 Pfund, in allen 26,700 Pfund erfordert, so wird, wenn

der

der Mittelpunkt in den Zapfen f, die Größe der Anreibung in den Zapfen f gleich der Hälfte der Last, oder 13,350 angehangen ist, eine Kraft an dem Rade A erforderlich seyn, die etwas mehr als 220 $\frac{1}{6}$ Pfund beträgt, um den Widerstand zu überwältigen. Und da diese beigesellige Kraft E 220 $\frac{1}{6}$ Pfund eine zugesellige Anreibung = 110 $\frac{5}{72}$ Pfund verursacht, so ist noch eine fernere Kraft K = 1 $\frac{5}{6}$ Pfund zu Ueberwältigung des Widerstandes erforderlich; allein die Größe der Anreibung, die von daher entsteht, hat nicht nöthig nach einer Berechnung dieser Art geschäzt zu werden.

Da die Kraft E für das Rad A in Rücksicht der Anreibung in dem Zapfen f in dem Verhältnisse des Halbmessers des Rades A zum Halbmesser des Zapfen f steht, so sieht man, daß bei Vergrößerung des Durchmessers des Rades A, oder bei Verminderung des Durchmessers der Zapfen f die Kraft über die Anreibung nach Verhältniß vermehrt werden wird; indessen welche Kraft auch bei Vergrößerung des Durchmessers des Rades erhalten wird, so geht sie doch im gleichen Verhältnisse an Zeit oder Geschwindigkeit in Rücksicht der Last C, welche gehoben werden soll, verloren; und obschon bei Verminderung des Durchmessers der Zapfen f keine Zeit oder Geschwindigkeit verloren geht, so kann dies doch nicht bis über den erforderlichen Grad der Stärke gehen, welche zu Unterstüzung der Last C u. s. f. nothwendig ist.

Da man auch sieht, daß die Kraft E in Rücksicht der Anreibung an den Zapfen f in einem Verhältnisse ihrer Geschwindigkeit zur Geschwindigkeit des Zapfens f steht, welcher auf einer todten Oberfläche reibt, so folgt, daß, wenn die Geschwindigkeit des reibenden Theils auf einer todten Oberfläche vermindert werden kann, indeß die Geschwindigkeit der Kraft D in dem nämlichen Verhältnisse in Rücksicht der Last C, welche von der Welle B gehoben werden soll, fortfährt, die Kraft E über die Anreibung

reibung im Verhältniß vermehrt werden wird, ohne daß ein Verlust der Zeit oder der Geschwindigkeit in Rücksicht der Last C erfolgt, welche gehoben werden soll, welches auf folgende Art geschehen, und die Größe der Anreibung zu irgend einem verlangten Grade vermindert werden kann.

Es mögen Fig. 2. die Zapfen f des Rades A auf den Umkreisen der Räder G, G von drei Fuß im Durchmesser bewegt werden, deren Zapfen g, g 1 Zoll im Durchmesser halten, so wird die ganze Anreibung von den Zapfen f auf die Zapfen g übergetragen werden, welches denn blos die Theile seyn werden, die sich auf einer todten Oberfläche reiben, und durch welche Mittel denn die Geschwindigkeit der Kraft in dem Rade A zur Geschwindigkeit der Zapfen g in einem Verhältnisse von $\frac{2160}{1}$ seyn wird. Denn da die Zapfen f von 4 Zoll im Durchmesser sich auf den Umkreisen der Räder G von 3 Fuß im Durchmesser bewegen, so sind 9 Umläufe der Zapfen f gleich einem Umlaufe der Räder G; und da der Umkreis der Zapfen f viermal den Umkreis der Zapfen g ausmacht, so ist der Raum, den die Zapfen f auf einer todten Oberfläche in einem Umlaufe würden gerieben haben, gleich dem Raume, den die Zapfen g auf einer todten Oberfläche innerhalb 36 Umläufen der Zapfen f reiben; da nun daher die Geschwindigkeit der Zapfen f $\frac{36}{1}$ zur Geschwindigkeit der Zapfen g, und ferner die Geschwindigkeit der Kraft D in dem Rade A $\frac{60}{1}$ zur Geschwindigkeit der Zapfen f ist, so ist die Geschwindigkeit der Kraft D zur Geschwindigkeit der Zapfen g $\frac{60}{1} \times \frac{36}{1} = \frac{2160}{1}$, so daß $\frac{1}{2160}$ von 13250 Pfund, welches die Last war gleich der Größe der Anreibung in den Zapfen f, oder eine Kraft etwas mehr als 6 Pfund 2 Unzen in dem Rade A hinreichend seyn wird, den Widerstand von der Anreibung in den Zapfen g zu überwältigen.

Um

Um nunmehr diese Größe der Anreibung noch mehr zu vermindern, lasse man jeden der Zapfen g auf den Umkreisen der Räder h von 2 Fuß im Durchmesser ruhen, deren Zapfen h ein Viertel Zoll im Durchmesser halten; die ganze Anreibung wird daher nunmehr von den Zapfen g auf die Zapfen h übergetragen werden, wodurch denn die Geschwindigkeit der Kraft in dem Rade A zur Geschwindigkeit des reibenden Theils auf einer todten Oberfläche in den Zapfen f in einem Verhältnisse von $\frac{207360}{1}$ seyn wird. Denn der Umkreis des Zapfens g, welcher $\frac{1}{24}$ des Umkreises des Rades H ist, worauf er sich bewegt, macht 24 Umgänge während einem des Zapfens h. Und da der Umkreis des Zapfens g viermal der Umkreis des Zapfens h ist, so ist der Raum, den der Zapfen g auf einer todten Oberfläche während einem Umlaufe würde gerieben haben, gleich dem Raume, den der Zapfen h während 96 Umläufen reibet; die Geschwindigkeit des Zapfens g also ist zur Geschwindigkeit des Zapfen h $= \frac{96}{1}$. Und da man sieht, daß die Geschwindigkeit der Kraft in dem Rade A in einem Verhältnisse von $\frac{2160}{1}$ zur Geschwindigkeit des Zapfens g ist, so ist folglich dessen Geschwindigkeit zu derjenigen des Zapfens h $\frac{2160}{1} \times \frac{96}{1} = \frac{207360}{1}$. So daß $\frac{1}{207360}$ von 13250 Pfund, als der Größe der Last, als gleich gehalten der ursprünglichen Anreibung in den Zapfen f, oder eine Kraft E von etwas mehr als 2 Unzen hinreichend seyn wird, die Anreibung in den Zapfen h zu überwältigen.

Man sieht also, daß bei Anwendung zugeselliger Räder, oder durch Vergrößerung der Durchmesser derselben, der Widerstand von der Anreibung auf eine geringere Größe gebracht werden kann, als der Widerstand des Medium beträgt, wodurch das Rad geht.

Die

Die ganze Last, welche sich auf der Welle des Rades A befindet, da sie gleichmäßig auf f, und noch ferner auf 32 Zapfen vertheilt wird, wo die Last auf jeden dieser Zapfen nur ein Sechzehntheil der Last auf jeden der Zapfen f ist, bedarf also nicht mehr als ein Sechzehntheil ihrer Stärke. Und da die Größe der Anreibung auf jeden der Zapfen h im Verhältnisse zur Last oder zum Drucke, den er erhält, steht, so ist die Summe der verschiedenen Größen der Anreibung auf 32 Zapfen h gleich der Größe der Anreibung, welche ursprünglich auf die zwei Zapfen f im Verhältnisse zu ihren Geschwindigkeiten war.

Noch giebt es zwar eine beigesellige Anreibung in den Zapfen h in Rücksicht der Schwere der Räder H und G; allein in Rücksicht der Kraft auf das Rad A ist sie weiter von keiner Folge, um dieserwegen eine eigene Berechnung anzustellen.

Es giebt keine Maschine zu Hebung schwerer Lasten, welche weniger Anreibung habe, als das Rad an der Welle. Wenn die nämliche Last durch zwei Räder sollte gehoben werden, deren eines dem andern zu Hülfe kommt, so ist die Kraft aufs erste Rad, wenn sie in einem Verhältnisse von $\frac{1}{7}$ zur Last steht, welche gehoben werden soll, und $\frac{1}{7}$ zur Anreibung an den Zapfen, und die Kraft des zweiten Rades, welche in einem Verhältnisse von $\frac{4}{7}$ zur Last, und $\frac{5}{7}$ zur Anreibung an den Zapfen ist; diese Kräfte sind die nämlichen wie in dem Rade A, nämlich $\frac{2}{7}$ in Rücksicht zur Last, und $\frac{6}{7}$ in Rücksicht der Anreibung; ob nun schon die Kräfte, welche erforderlich sind, mit der Last an der Welle im Gleichgewichte zu stehen, in jeder gleich sind, so würde es doch eine Kraft von mehr als 733 Pfund erfordern, um den Widerstand von der Anreibung in der Maschine zu überwältigen, welches beinahe dreifach die Kraft ist, welche erfordert wird, um die Anreibung in dem Rade A zu

über-

überwältigen, weil bei der einen vier Zapfen, bei der andern aber nur zwei Zapfen auf einer todten Oberfläche reiben.

Wenn man die Anreibung in den Zapfen dieser Maschine auf gleiche Art vermindert, wie in den Zapfen des Rades A, so kann die Kraft von 733 Pfund, welche blos in Rücksicht der Anreibung erforderlich ist, angewendet werden, um eine beigesellige Last von 14,650 Pfund, ohne alle Verminderung an Zeit oder Geschwindigkeit in Rücksicht der Last, welche gehoben werden soll, zu heben. Dies kann beim ersten Anblicke dem allgemeinen Grundsatze entgegen zu sein scheinen, daß, welche Kraft auch mechanisch über die Last gewonnen wird, auf gleiche Art in Rücksicht der Zeit und Geschwindigkeit verloren gehe; auch ist dies in der That der Fall in Rücksicht des praktischen Mechanismus, denn das Ersparen einer Kraft, die man sonst bisher als nöthig gefunden, den Widerstand von der Anreibung zu überwältigen, und deren Anwendung auf die nüzliche Absicht zu Hebung einer größern Last in gleicher Zeit, ist in der That gleich der Erlangung von so viel Kraft.

Wenn diese Räder mit hinreichender Genauigkeit gemacht, und wie in der Vorstellung auf eine Linie dem Punkte des Drucks der Zapfen, den sie erleiden, gegenüber gesezt werden, so wird der Druck auf jedes Rad gleich seyn, und je größer der Druck ist, desto sicherer werden sie in ihren gehörigen Stellen erhalten. Ich habe eine zweifache Reihe von messingenen Rädern, 8 Zoll im Durchmesser, womit ich verschiedene Versuche angestellt habe, und ich finde, daß die Ausführung der Theorie so nahe als möglich entspricht. Allein da die Unkosten für messingene Räder bei großen Maschinen sehr beträchtlich seyn würden, so hatte ich Räder von Holz gemacht, und ich finde, daß sie dem Entzwecke eben sowohl, und vielleicht noch besser entsprechen, da sie ungleich

leichter

leichter sind, und stark genug gemacht werden können, um bei geringen Unkosten eine große Last zu tragen.

Die hölzernen Räder werden an eine Welle befestiget, deren Zapfen genau abgedrehet werden: so wird auch der Rand des Rades darnach gedrehet, und an die Welle befestiget. Diese Räder werden in einen hölzernen Rahmen gesezt, in welchem sich für die Zapfen der Räder messingene Futter befinden. Sie können von Fellchen und Speichen gemacht werden, damit sie eine beträchtliche Last zu tragen im Stande sind; auch ist wegen des Werfens derselben keine Gefahr dabei, da der Zapfen blos auf dem Rande aufliegt. Ich hatte Räder von weißem Tannenholz gemacht, die ich aus verschiedenen Blättern zusammen gesezt, und sich einander in verschiedenen Richtungen der Jahre des Holzes durchkreuzten, wodurch ich verhinderte, daß sie sich nicht so leicht warfen oder aufsprungen, und ich fand bei meinen Versuchen, daß sie dem Endzwecke vollkommen entsprachen. Unter diesen Umständen, daß man die Jahre des Holzes durchkreuzen läßt, ist der Gegendruck auf den Umkreis beinahe in allen Theilen gleich, und der Rand des Rades wird in kurzer Zeit so sanft und glatt, und beinahe so hart als Messing

Solche Räder kann man bei Wägen nicht anwenden, wenn nicht der Boden, worauf sie gehen, sehr eben ist, weil plözliche Stöße und Wendungen sie bald in Unordnung bringen würden. Allein bei feststehenden Maschinen, welche schwere Lasten zu tragen haben, kann man sie mit vielem Vortheile anwenden, besonders wenn die wirkenden Kräfte mit Unkosten verbunden sind, als Menschen, Pferde, Feuer u. s. f. Und bei feinern Arten von Maschinen, wo es erforderlich ist, alle Hindernisse von der Anreibung so viel als möglich zu vermeiden, werden ein zwiefacher oder dreifacher Saz Räder, wenn hinreichend Raum dazu vorhanden ist, diese Größe der

Anreibung zu irgend einem verlangten Grade vermindern.

Auch noch ein andrer Vortheil entspringt von der Anwendung dieser Art von Rädern, daß nämlich, wenn die Bewegung äußerst schnell erforderlich ist, ob schon die Zapfen so schwach sind, als es nur möglich ist, um die Last zu ertragen, sie doch kaum die Zapfenlöcher ausnutzen, worinn sie sich drehen; denn die lezten Zapfen in einem dreifachen Satze von Rädern, als welche die einzigen sind, die sich auf einer todten Oberfläche reiben, werden kaum innerhalb zwei Tagen einen Umlauf machen.

Es giebt verschiedene Maschinen, bei welchen solche Räder mit Vortheil angewendet werden könnten, selbst wo die wirkende Kraft keine Unkosten macht, z. B. bei Wassermühlen, wo Wasser nicht immer in gehöriger Menge vorhanden ist, welche denn auf diese Art bei weit weniger Wasser mahlen würden. Windmühlen besonders könnten sehr große Vortheile davon ziehen; denn da die Welle so stark ist, so muß die Größe der Anreibung, welche mit dem reibenden Theile auf einer todten Oberfläche im Verhältnisse steht, hier ungleich größer seyn, als bei den meisten andern Maschinen; überdies noch, da der reibende Theil von Holz ist, so muß dadurch die Anreibung noch um so mehr anwachsen: ich sollte daher vermuthen, daß wenn die Welle auf Räder von fünf oder sechs Fuß im Durchmesser gelegt würde, nicht die halbe Stärke des Windes erforderlich seyn dürfte, als gegenwärtig nöthig ist. Der Rahmen, worinn sich diese Räder befinden könnten, könnte leicht so gemacht werden, daß man ihn tiefer oder höher stellen könnte, so daß wenn sich irgend Unbequemlichkeiten einfänden, die von zu großer Geschwindigkeit herrührten, wenn der Wind stärker würde, die Welle sodann niedergelassen würde, um sich auf gewöhnliche Art

zu

zu bewegen. Indessen würde auch dann keine Gefahr zu befürchten seyn, daß die Welle Feuer fienge, wenn sie irgend einen Grad von Geschwindigkeit erlangte, während dem sie sich auf diesen Rädern bewegt, da sie sich da gar nicht reibt.

Es sind viele sinnreiche Versuche und einige beträchtliche Verbesserungen in Rücksicht der Ersparung der bei Feuer- oder Dampfmaschinen nöthigen Feuerung gemacht worden, welches immer ein sehr kostspieliger Artikel ist: allein nirgends finde ich, daß man auf Verminderung der Anreibung Rücksicht genommen, da doch dies ein wesentlicher Punkt ist, um solchergestalt die Menge der Feuerung im Verhältnisse zu ersparen.

Die Kraft einer Dampfmaschine wird nach dem Durchmesser des Zylinders und des Kolben geschäzt, worauf die atmosphärische Luft drückt, nachdem ein leerer Raum durch die Kondensation des Dampfes gemacht worden, womit der Zylinder erfüllet war. Diese Kraft oder dieser Druck wird auf den Quadratzoll eines Medium 15 Pfund gleich geschäzt: allein ich sollte glauben, daß der Dampf, womit der Zylinder erfüllet wird, welcher nichts anders als Wasser ist, das vermöge der Wirkung des Feuers in einen 4000mal größern Raum ausgedehnt worden, wenn er wiederum vermöge einer starken Einführung von kaltem Wasser, das gegen den Boden des Kolben aufsprizt, und sich damit vermischt, in seinen ursprünglichen Zustand versezt wird, so einen Raum in dem Zylinder einnehmen müsse, um eine vollkommne Leere zu verhindern, welches auch gewissermaßen aus den Wirkungen erhellet, denn die Kraft der Atmosphäre auf eine Dampfmaschine wird selten gefunden, daß sie auf den Zoll sieben Pfund hebe, und kaum kann sie 8 Pfund auf den Zoll erfordern, um die Anreibung der verschiedenen Theile der Maschine zu überwältigen,

und auch der Balancierstange den gehörigen Grad von Geschwindigkeit zu geben.

Die Anreibung des Kolben, der sich in dem Zylinder auf und nieder bewegt, so wie diejenige der andern Stangen, welche arbeiten, oder der Drücker stehet im Verhältnisse zum Durchmesser der Zylinder, in denen sie gehen. Diejenige Anreibung, wodurch die Stange von der Balancierstange in einem Einschnitte von Holz in Bewegung gesezt wird, und die Dampfklappe, und der Einlassungshahn wechselsweise geöfnet und geschlossen wird, ist immer beträchtlich; überhaupt kann die Größe der Anreibung von den verschiedenen Theilen aufs genaueste nicht geschäzt werden.

Die Größe der Last, welche gehoben werden soll, desgleichen auch die vermögendere Kraft, wodurch sie gehoben wird, vereinigt sich in den Zapfen der Welle der großen Balancierstange, so daß die Größe der Anreibung in den Zapfen gleich der Hälfte der Last geschäzt werden kann, die daran hängt.

Um irgend eine Schäzung von der Größe der Last anzustellen, womit die Welle der Balancierstange einer Dampfmaschine beladen ist, nahm ich die Dimensionen der verschiedenen Theile derjenigen Maschine, die zu Yorkbuildings steht. Die Balancierstange derselben ist 27 Fuß lang, 2 Fuß 6 Zoll und 2 Fuß 2 Zoll in der Mitte, und 2 Fuß 22 Zoll an den Enden. Die Last derselben, nebst den Köpfen, Ketten, Stangen und Rahmen, welche an dem einen Ende hängen, und der Kolben und die Kette an dem andern Ende können gegen 6 Tonnen oder 12000 Pfund gerechnet werden. Der Zylinder hält gegen 45 Zoll im Durchmesser, oder gegen 1591 Quadratzoll, welche zu 15 Pfund auf den Zoll Druck der Atmosphäre betragen 22,274 Pfund. Die

Wasser-

Wassersäule, welche gehoben werden soll, ist 10,060 Pfund, welches noch nicht $6\frac{1}{2}$ Pfund auf den Zoll macht, so daß also der Ueberrest der Kraft blos angewendet wird, um den Widerstand von der Anreibung in den verschiedenen Theilen der Maschine zu überwältigen, und um der Balancierstange einen Grad von Geschwindigkeit zu geben, der in einer Minute 120 Fuß gleich ist, um welche sie in den gewöhnlichen Werken bewegt wird.

Das Gewicht der Kraft, oder des Drucks der Atmosphäre zu 14 Pfund auf den Quadratzoll gerechnet, 22,274 Pfund, nebst der Wassersäule 10,060 Pfund, desgleichen der Balancierstange u. s. f. 12,000 Pfund, beträgt im Ganzen gegen 22 Tonnen, die sich in der Welle der Balancierstange vereinigen. Die Größe der Anreibung, die von dieser Last herrührt, wenn wir sie nur halb, oder zu 11 Tonnen annehmen, die an den Zapfen von 6 Zoll im Durchmesser hängen, wenn die Balancierstange 27 Fuß lang ist, erfordert eine Kraft an jedem Ende = 425 Pfund, um den Widerstand aufs äußerste gerechnet zu überwältigen, und hat noch einer fernern Kraft nöthig, um die Anreibung von den andern Theilen der Maschine zu besiegen, und der Balancierstange einen Grad von Geschwindigkeit = 120 Fuß in jeder Minute zu geben.

Ehe ich noch eine Nachricht von dem Verfahren gebe, das ich anwandte, um die Größe der Anreibung in den Zapfen zu vermindern, halte ich es für schicklich, eines gemeinen Irrthums in der Art und Weise zu erwähnen, nach welcher die Welle der Balancierstange in den Balken eingelegt wird. Eine Waage, wenn sie ihren Mittelpunkt der Bewegung unterwärts, und gleiche Gewichte an jedem Ende hat, welche horizontal liegen, wird in dieser Lage verbleiben, da beide Gewichte von

dem Mittelpunkte der Schwere gleich weit abstehen, welche senkrecht auf den Mittelpunkt der Bewegung ist; allein wird sie so gemacht, daß sie sich auf irgend eine Seite neigt, so wird sie fortfahren, sich auf diese Seite zu bewegen, bis sie dem Horizonte parallel mit dem Mittelpunkte der Bewegung oder der Waage wird: denn wenn irgend ein Ende nur im geringsten Grade, wie Fig. 3 niedergedrückt wird, so kommt es weiter von dem Mittelpunkte der Schwere, und das gegenüberstehende Ende, welches nach Verhältniß gehoben wird, wird näher gebracht, obschon beide Enden noch fortfahren, gleich entfernt von dem Mittelpunkte der Bewegung zu stehen.

Es sey Fig. 3 der Hebel A oder die Balancierstange dieser Maschine 2 Fuß 9 Zoll von dem obern Theile des Balken bis zum Mittelpunkte seiner Welle B, die unterhalb stehe, und wäge mit dessen Kopfstücken gegen 5 Tonnen. Wäre er in einer horizontalen Lage gestellt, so bedürfte es blos 93 ½ Pfund, um den Widerstand von der Anreibung in den Zapfen zu überwältigen; allein würde irgend ein Ende 4 Fuß unter der wagrechten Linie niedergedrückt, in welcher Entfernung die Federn befestiget werden, so bedürfte es 534 Pfund, die an das gegenüberstehende Ende angebracht werden müßten, um es wieder zurück zu bringen, so daß also eine Kraft = 440 ½ wegen des Mittelpunkts der Schwere erforderlich wäre, die vermöge der Lage der Welle unterhalb um so viel verändert wird.

Um diesem allgemeinen Irrthume auszuweichen, hatte ich Fig. 4 die Welle B oberhalb des Hebels gesezt, und durch gehörige Bolsten und Schrauben an einer eisernen gleich starken Stange befestiget, welche unterhalb lag. Um die Stärke der Anreibung zu vermindern, welche im Verhältnisse mit dem Raume ist, der auf

einer

einer todten Oberfläche in gleicher Zeit gerieben wird, hatte ich ihnen die Gestalt b B Fig. 4 gegeben, wodurch sie hinlänglich stark sind, obschon der reibende Theil b nur $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser hält, so daß blos durch Veränderung der Form der Zapfen die Anreibung solchergestalt um $\frac{1}{4}$ ihrer ursprünglichen Stärke vermindert wurde. Ich brachte zwei Quadranten D D an jeden dieser Zapfen an, deren Halbmesser 2 Fuß 6 Zoll sind, wodurch denn die ganze Anreibung der Zapfen b der Welle der Balancierstange auf die Zapfen d der Quadranten übergetragen wurde, welche $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser sind. Diese Quadranten sind in der Wirkung Rädern von 5 Fuß im Durchmesser gleich; der Halbmesser davon ist $\frac{4}{1}$ zum Halbmesser dessen Zapfens, und vermindert die Anreibung in den Zapfen der Quadranten auf $\frac{1}{480}$ derjenigen, die auf die Zapfen b der Welle sich befand, welches x durch $\frac{4}{1}$, als der Verminderung, die durch Veränderung der Form der Zapfen erhalten wird $= \frac{160}{1}$: auf diese Art wurde denn die Anreibung, die auf die Zapfen B Fig. 3 der großen Welle wirkte, und $= 425$ Pfund betrug, auf $\frac{1}{1120}$ oder etwas weniger als $2\frac{3}{4}$ Pfund vermindert.

Beim Versuche ward der Hebel, welcher vorher eine Kraft von 95 Pfund erforderte, um den geringsten Widerstand von der Anreibung zu besiegen, durch Anwendung von $\frac{3}{4}$ Pfund leicht bewegt; und der Widerstand von der Anreibung, die von einer Last von 6 Tonnen verursacht wird, ist von geringer Folge, so daß der Hebel bei einem schwachen Seile gezogen werden kann, wo er verschiedene Minuten lang in einem Zustande der Vibration fortdauert.

Die ursprüngliche Stärke der Anreibung in den Zapfen B des Hebels A Fig. 3, welcher, wenn er seine

volle Last von 22 Tonnen erhielt, eine Kraft = 425 Pfund erforderte, um dessen Widerstand zu überwältigen, ward nach diesem Verfahren auf 2 Pfund 10 Unzen vermindert; wäre es nothwendig, sie noch ferner zu vermindern, so könnte es dadurch geschehen, daß man zwei kleine Quadranten an jeden Zapfen der größern anbrächte, wodurch sie bis auf eine Unze und noch mehr vermindert werden dürfte.

Es ist nicht leicht, die Stärke der Anreibung zu bestimmen, welche sich in dem Rahmen für die Stangen befand, allein diese wurde gleichfalls auch durch Anbringung verschiedener Rollscheiben von fünf Zoll im Durchmesser, deren Zapfen ein Viertel Zoll im Durchmesser halten, worauf er sich izt bewegt, vermindert. Offenbar ist es hiedurch, daß eine Kraft = 440 ½ durch Veränderung der Lage der Welle des Hebels, und eine Kraft von 421 Pfund 6 Unzen durch Verminderung der Stärke der Anreibung in den Zapfen ist erspart worden.

Die sichtbare Wirkung in Rücksicht des Ganges der Maschine zu Folge der genauesten Beobachtungen von verschiedenen Personen sowohl vorher, als nachdem diese verschiedenen Veränderungen sind gemacht worden, ist, daß sie gegenwärtig 18 Züge, den Zug zu acht Fuß gerechnet, statt 15 macht, als sonst geschahe, und dies mit der nämlichen, oder vielleicht selbst bei einer geringern Menge an Feuerung, so daß sie daher in gleicher Zeit um ⅕ mehr Wasser giebt, welches folglich auch um ⅕ an Feuerung erspart. Allein die Wirkung wird noch größer gefunden, da sie die Pächter mit Wasser versieht, denn die Maschine verrichtet gegenwärtig den nämlichen Dienst innerhalb 5 Stunden besser, als sie vorher in 6 Stunden that, welches blos daher rührt, daß ihr Zug außerordentlich

regel-

regelmäßig geschieht, wo dessen Länge plözlich ehedem abnahm, so wie die Stärke des Feuers nachließ: dies schreibe ich größtentheils daher, daß ich die Welle über den Hebel gesezt, wodurch der Mittelpunkt der Schwere gegen dem, wie sie vorher war, umgekehrt kommt, und die nämliche Kraft erfordert wird, das Ende des Hebels so tief als die Feder niedergedrückt zu erhalten, als vorher nöthig war, es zurück zu bringen, wenn der Druck so tief geschehen; dies ist ein großer Vortheil, denn das Anhalten oder Aufsetzen, besonders bei großen Maschinen, wenn die Enden des Hebels auf die Federn kommen, ist ein Fehler, den man sich bemühet hat, zum Theil mit Beihülfe der Federn zu verbessern. Allein, wenn die Welle über den Hebel gesezt, und die Anreibung vermindert wird, wie Fig. 4. so wird, wenn ein Ende herab zu den Federn gebracht wird, und man es wieder zurückgehen läßt, das andre Ende ohne alle Beihülfe herab zu den Federn geführt, und fährt so eine lange Zeit fort, nur daß der Zug jedesmal an der Länge um etwas kürzer wird.

Diese Maschine, nach den verschiedenen Verbesserungen, welche an dem Kochgefäße sind gemacht worden, bedarf innerhalb einer Stunde 4 Bushels Kohlen, welches um ein Drittel weniger ist, als andre von gleicher Stärke nöthig haben, und verrichtet gegenwärtig in 20 Stunden das nämliche, wozu vorher 24 Stunden nöthig waren; es ist also ein Ersparen von 16 Bushels innerhalb 24 Stunden, welches in einem Jahre 162 Chaldrons macht, wenn die Maschine ununterbrochen fortarbeitet; dies ist ein beträchtlicher Artikel, besonders in Gegenden, wo die Kohlen zu einem hohen Preise stehen.

Ich halte es nicht für überflüssig, noch anzumerken, daß die Kopfstücke C der Balancierstange von dem Mittelpunkte des kleinen Theils b des Zapfens gezogen werden müssen, welcher auf dem Quadranten sich bewegt. Die Quadranten und der Rahmen müssen hinlänglich stark gemacht werden; ich hatte sie von gegossenem Eisen gemacht. Die Zapfen der Quadranten werden von angelassenem Stahl gemacht, und genau rund abgedrehet. Es giebt vier Pfeiler G in der Rückplatte des Rahmen mit Ansätzen und starken Schrauben, welche durch die vordere Platte gehen, und vermittelst einer Schraubenmutter i dicht angeschraubt werden, wenn die Quadranten in den Rahmen eingesezt worden.

Die hintere Platte E Fig. 4 des Rahmen ist länger als die vordere Platte F, damit der eiserne Bolsten G an jedem Ende durchgehe, wodurch der Rahmen an den hölzernen Block angeschraubt wird. Die Ränder des Rahmen ruhen auf einer breiten eisernen Platte, die auf ein wagrechtes Brer gelegt worden, worauf denn die Blöcke und Rahmen gelegt, und auf die gewöhnliche Art verriegelt werden. Die Löcher, in denen die Zapfen der Quadranten sich bewegen, werden in viereckigen Stücken Messing e gemacht, welche zu dem Ende in die Platten des Rahmen vernietet werden.

Der runde Theil b der Welle B Fig. 4 wird von gehärtetem Stahl, und die Rämler g der Quadranten werden gleichfalls von dem nämlichen Metalle gemacht, weil außerdem die große Last, die sie zu tragen haben, einen tiefen Eindruck auf diesen Theil machen würde. Für jeden Quadranten sind zwei Federn h, h, die sie an ihren gehörigen Orten erhalten, und die der Bewegung der Quadranten leicht nachgeben.

Auf

Auf die Verfertigung des viereckigen Rahmen wurde große Sorgfalt verwendet, so wie auch, um die Quadranten aufrecht und wagerecht zu stellen, desgleichen um die Balancierstange oder den Hebel genau in den Mittelpunkt zu legen. Durch diese Mittel ist seit der ersten Befestigung nicht nöthig gewesen, irgend eine Veränderung vorzunehmen, so wie denn die Maschine in ihrem Gange mit aller möglichen Vollkommenheit fortfährt.

Ich habe auch noch für verschiedene andre Maschinen zu Verminderung der Anreibung Räder mit großem Vortheile angebracht, die ich aber izt übergehen will.

VII.

Beschreibung eines Metallthermometers, von Keane Fitzgerald, Esq. F. R. S.

Philos. Transact. Vol. LI. P. II.

Es ist allgemein anerkannt, daß alle Körper, sowohl feste als flüssige, von der Wärme ausgedehnt, und von der Kälte verkürzt werden; und es scheint, so weit als Versuche dieser Art gekommen sind, daß kaum irgend zwei Körper von verschiedenen Beschaffenheiten, oder auch vielleicht selbst von der nämlichen, durch einerlei Grade von Wärme oder Kälte gleichmäßig verlängert oder verkürzt werden.

Die Vortheile, welche erlangt werden dürften, wenn man durch eigene Instrumente im Stande wäre, die Grade der natürlichen und künstlichen Wärme oder Kälte in Rücksicht philosophischer Untersuchungen, desgleichen bei verschiedenen nuzbaren und allgemeinen Absichten des Lebens zu bestimmen, haben viele sinnreiche Personen aufgemuntert, hierüber ferner nachzudenken, und sich zu bemühen, irgend ein sichres Normalmaaß zu erhalten, wodurch dies zu erlangen sey. Die drei Hauptkörper, deren man sich zu dieser Absicht bedient hat, sind Luft, Weingeist und Queckſilber.

Herr Boyle, jener große Beförderer der Experimental-Philosophie machte ein Thermometer auf das Princip der Luft, welches auch bis zu einem gewissen Grade von Wärme und Kälte sehr genau entsprechend war. Des Alkohols oder des Weingeists hat man sich

noch

noch allgemeiner bedient, allein man hat gefunden, daß er mit der Zeit viel an seiner sich expandirenden Eigenschaft verliert, so wie, daß er auch bei einem sehr großen Grade von Kälte gefriert. Man hat daher das Queckſilber, welches diesen Zufällen nicht unterworfen ist, als das schicklichste zu diesem Entzwecke gehalten.

Der gelehrte Dr. Halley hat bemerkt, daß Queckſilber sich anfangs sehr merklich ausdehnt, indem es ziemlich genau einige Zeit vorher, ehe das Wasser kocht, worinn es gehalten worden, die nämliche Höhe erreicht, dahingegen Weingeist sich nach und nach ausdehnt, so wie die Wärme zunimmt, allein dies geschieht zuerst langsamer, und dann geschwinder, nachdem es gehörig warm wird; und bei einem gewissen Grade von Wärme, der noch lange nicht denjenigen des kochenden Wassers erreicht, und noch beinahe dem Gefühle nach erträglich ist, kocht er sehr heftig, und schießt Blasen, welche, wenn sie in den Hals des Thermometers kommen, den Spiritus ganz bis in die Höhe treiben. Hieraus schließt er, daß die Expansion der flüssigen Körper, wenn sie in gleiche Theile getheilt worden, nicht ein hinreichendes Normalmaaß für Wärme und Kälte sey.

Seitdem hat Herr Fahrenheit das Merkurialthermometer zu einem hohen Grade der Vollkommenheit, vielleicht zu seinem höchsten gebracht. Er hat bemerkt, daß wenn das Barometer einen größern Grad des Drucks der Atmosphäre anzeigt, die nämliche Flüssigkeit acht bis zehn Grade Wärme mehr annehmen werde, als wenn das Barometer sehr tief steht. Allein ob dies blos allein daher rühre, daß die Flüssigkeit einen größern Grad von Wärme vermöge des Drucks der Atmosphäre annehme, ist noch einigen Zweifeln unterworfen, da es bei Vergleichung des Merkurialthermometers mit andern Thermometern scheint, daß es gewissermaßen bei allen Graden von Wärme und Kälte vermittelst des Drucks der Atmosphäre leide.

Ver-

Verschiedene andre haben daher Winke zu Verfertigung von Metallthermometern gegeben; besonders ist dies von Herr Smeaton in seinen Bemerkungen über die Expansion der Metalle geschehen, wo er zu dieser Absicht am angemessensten Zink empfiehlt, als welcher der größten Expansion fähig sey. Ich habe mich bemüht, auf diesen Grundsaz ein solches Thermometer zu verfertigen, dessen Bauart folgende ist, wo ich zugleich einige Bemerkungen beigefügt habe, die ich seitdem im Stande gewesen, darüber anzustellen.

Es besteht aus vier metallnen Stangen, Tafel IV. Fig. 5, welche vermöge einer Verbindung von Hebeln und Rollen wirken. Das obere Ende der Stange A, welche 2 Fuß lang ist, steht einem flachen Stück Metall x gegenüber, welches fest an ein Stück Bret von Tannenholz angeschraubt worden; y, y, y, y und dessen unteres Ende ruht auf einer schwachen Halbkugel, die auf dem kürzern Arme des Hebels B gestellt ist, welcher an das Bret y befestiget wird.

Vermöge der Expansion der Stange A wird der kürzere Arm des Hebels B niedergedrückt, und da der Raum, welcher von jedem der Punkte eines Hebels beschrieben wird, wie die Entfernung vom Ruhepunkte ist, so wird der längere Arm des Hebels B, welcher $2\frac{1}{2}$ mal so lang als der andre ist, verhältnißmäßig gehoben; die zweite Stange C, 2 Fuß 2 Zoll lang, deren unteres Ende an dem Punkte des Hebels B vermittelst eines schwachen Stifts gelegen ist, um welchen sie beweglich ist, und das obere Ende auf gleiche Art an den kürzern Arm des zweiten Hebels D wird solchemnach gehoben; mithin wird der längere Arm des Hebels D, welcher $2\frac{1}{4}$ so lang als der andre ist, dadurch verhältnißmäßig niedergedrückt, wozu denn noch die Expansion der Stange C kommt, welche auf gleiche Art durch den Hebel D vermehrt wird.

Die

Die dritte Stange E, 2 Fuß und 4 Zoll lang, wird an die Spitze des längern Arms des Hebels D, und den kürzern Arm des dritten Hebels F gesezt, welcher dem zufolge niedergedrückt wird; der längere Arm dieses Hebels, welcher viermal so lang als der andre ist, wird dadurch verhältnißmäßig gehoben, wozu gleichfalls noch die Expansion der dritten Stange E kommt, welche von dem Hebel F eine Vermehrung erlangt.

Das Kopfstück d ist an den Punkt des längern Arms des Hebels F befestiget, an welchem die vierte Stange G von 3 Fuß Länge durch zwei Ketten angebracht ist, welche ihn heben und senken, so wie dieser Arm steigt oder fällt; und in der Entfernung von 2 Fuß 6 Zoll befindet sich eine Rolle H von 3 Zoll im Durchmesser. Zwei Saiten, die um diese Rolle gehen, sind auf verschiedene Art darum geführt, die eine geht oberwärts, die andre unterwärts durch die Stange G, und sind an zwei Federn b, b befestiget, welche sie gehörig anspannen; die Stange liegt dicht an der Rolle H, welche denn auf verschiedene Seiten gedreht wird, je nachdem die Stange G auf- oder unterwärts bewegt wird.

Die Rolle p ist an der andern Seite der Sange G dem Kopfstücke des Hebels F gegenüber befestiget, worauf die Stange geht, und welche mit Hülfe einer schwachen Feder sie dicht an das Kopfstük andrückt; gegen dem obern Ende befindet sich noch eine andre Rolle q, worauf sie sich gleichfalls bewegt.

Die Ausdehnung der Stange G von dem Orte, wo sie mit dem Kopfstücke d gegen den Ort, wo sie vermittelst der Saiten an der Rolle H befestiget wird, muß der Expansion der untern drei Stangen zugesezt werden, welche von den verschiedenen Hebeln einen Zuwachs erlangen.

Noch giebt es zwei kleine Rollen h und i; die Rolle h von einem Zoll im Durchmesser, und die Rolle i von $\frac{1}{4}$ Zoll

Zoll im Durchmesser, deren Welle durch diejenige der Rolle h geht, sind den Zeigern an einer Uhr gleich, so wie denn auch an dieselben auf gleiche Art zwei Zeiger k und l befestiget werden, welche sich rund um das Zifferblatt I drehen, welches 12 Zoll im Durchmesser hält. Diese Rollen sind mit Saiten umschlungen, welche sodann an die Federn innerhalb der Rolle H befestiget werden. Der Zeiger l, welcher der Minutenzeiger genannt werden kann, geht viermal herum, während dem der Zeiger k einmal herumkommt; der Zeiger l kommt auf dessen äußersten Punkt 48mal so oft, als die Stange G steigt oder fällt, und der Zeiger k 12mal.

Da die Kräfte dieser Hebel in Rücksicht des Drucks vermöge der Ausdehnung der Stangen umgekehrt sind, so werden zwei entgegen wirkende Federn e und f unter die längern Arme der Hebel B und D gelegt, welche zu leichter Hebung der Stangen beitragen; auch ist noch eine andre Feder g, die auf eine kleine Rolle wirkt, und an der Spitze der Stange G liegt, welche solchemnach alle Stangen bei ihrer Zusammenziehung zurückbringt.

Auf dem Zifferblatte I befinden sich drei Kreise. Der innere Kreis ist in 240° zufolge der Skale des Fahrenheit getheilt. Der mittlere Kreis hat 360°, und ist bestimmt, die Expansion verschiedener Metalle anzuzeigen. Der äußere Kreis ist in 1080 Theile getheilt, auf welche der längere Zeiger l weiset, welcher 18 Eintheilungen für jeden Grad des innern Zirkels, und 12 für jeden Grad des mittlern Zirkels, auf welchen der Zeiger k weiset, bemerkt.

Die Viertels-Eintheilungen des Zifferblatts sind mit I, II, III, IV bemerkt, um vermittelst des Zeigers k anzudeuten, wie oft der Zeiger l herumgekommen ist.

Gegen die Spitze an dem Zeiger k befindet sich ein Schraubenloch, um einen schwachen Bleistift darin zu befesti-

befestigen; dieser wird von dem Zeiger auf einem hölzernen oder elfenbeinernen Kreise bewegt, und bemerkt die höchsten oder niedrigsten Grade, auf denen er zu stehen gekommen; dies erspart die beständige Untersuchung, welche erforderlich ist, um Beobachtungen dieser Art zu machen. Die Abzeichnung des Bleistifts kann sehr leicht wieder ausgelöscht werden, wenn man eine neue Beobachtung anstellen will.

Die erste Stange A dieses Instruments kann sehr leicht herausgenommen, und wieder eingesezt werden, oder man kann irgend eine andre Stange von gleicher Länge und Stärke anwenden; auf diese Art kann das Instrument als ein Pyrometer gebraucht werden, um die Expansion irgend einer Stange von 2 Fuß Länge mit großer Genauigkeit bis zum 73, 840sten eines Zolls auf den Fuß zu messen; und als Thermometer bemerkt es die Veränderungen in der Temperatur der Luft ungleich merklicher als jedes andre Instrument zu dieser Absicht, indem der Umgang des Minutenzeigers 1 74 Zoll durch die gewöhnlichen Grade der Wärme und Kälte in unserm Klima beträgt.

Wenn die größte Expansion von dem Gefrierpunkte bis zum Punkte des kochenden Wassers der metallnen Stangen, deren man sich bei einem Instrumente dieser Art bedient, genau bekannt ist, so kann es so weit gebracht werden, daß es jede Minute eines Grades bezeichnet. Indessen müssen, um einer Berechnung dieser Art zu entsprechen, die Hebel und Rollen mit der größten Genauigkeit gemacht seyn, welches ich aber von dem Arbeiter, welcher mein Instrument bauete, nicht so erwarten konnte, als ich es gewünscht hätte. Indessen ist es leicht, zu einer gewissen Kenntniß der Expansion mechanisch zu gelangen. Ich nahm ein dickes Buch, und indem ich die Blätter zwischen meinem Finger und dem Daumen gelinde drückte, so maß ich daran einen

Zoll vermittelst eines Zirkels von der ersten Seite genau, welches 568 Seiten betrug. Ich schnitt einige Streifen von verschiedenen Blättern ab, deren jeden ich zwischen zwei Stück von Uhrfedern legte, welche dann bezeichnet wurden, um sie bei jedem Versuche genau in der nämlichen Lage einzulegen. Bei Untersuchung derselben vermittelst des Instruments fand ich nur wenige von einer genauen Stärke, indessen hob ins Mittel gerechnet jedes Blatt den Minutenzeiger um 130 Eintheilungen. So daß also die Anzahl der Seiten, deren jedes Blatt den 284sten Theil eines Zolls beträgt, multiplicirt durch die Anzahl der Eintheilungen, als der Zeiger gehoben wird, anzeigt, daß jede Eintheilung den 73,840sten Theil eines Zolls Ausdehnung auf dem Fuß der Stange A bemerkt, welche 2 Fuß lang ist.

Diese Stange ist von Zink, welcher von so brüchiger Natur ist, daß es schwer hielt, sie völlig ihrer Länge nach abzufeilen, ohne sie zu zerbrechen. Ist sie nicht gehörig gegossen, so ist sie voller Blasen, welches der Fall mit einer Stange war, deren ich mich bediente, und die sich weder so viel noch so gleichförmig expandirte, wie andre von dem nämlichen Metall, und ungleich geschwinder verkürzte; ich konnte lange nicht die Ursache davon einsehen, bis sie zufälliger Weise zerbrach, wo ich sie innerhalb voller Löcher fand, so wenig man auch äußerlich gewahr werden konnte. Einige dieser Löcher waren selbst bis einen Zoll lang und das noch sie bedeckende Metall kaum von der Stärke des Papiers. Ich halte daher für besser, Stangen von diesem Metall zu wägen, um den Unterschied der Expansion zu beobachten.

Die andern Stangen dieses Instruments, wie mich der Gießer versichert, sind von 18 Theil Zink und 2 Theil Kupfer. Indessen vermuthe ich, daß der Antheil des Kupfers größer ist, als er angiebt, weil das Metall ein

ganz

ganz andres Ansehen hat, und in der Expansion gegen diejenige von 2 Theil in 20 nicht verhältnißmäßig ist.

Seit Versertigung dieses Instruments finde ich bei Durchlesung des 10ten Bandes von Herrn Martins Auszuge der philosophischen Transaktionen, daß Dr. Mortimer im Jahr 1735 der königlichen Gesellschaft eine Beschreibung und Zeichnung eines Instruments vorgelegt, was er zu dieser Absicht erfunden; so wie denn auch Herr Johnson gleichfalls eine Zeichnung eines andern Instruments geliefert, was von Herrn Fothringham erfunden worden. Obschon nun diese von verschiedener Bauart sind, so muß ich doch, da sie auf einerlei Grundsaz beruhen, aus Billigkeit gegen diese Erfinder, ihrer hier erwähnen.

Ich habe mit diesem Instrumente so viel Beobachtungen, seit der kurzen Zeit als es fertig geworden, angestellt, als ich habe thun können; ich verglich es daher mit einem Fahrenheitschen und Weingeist-Thermometer, und fand, daß es das Mittel zwischen beiden hielt, indem es anfangs nicht so geschwind stieg, als das Merkurialthermometer, und etwas geschwinder als das Spiritusthermometer. Wenn ich sie sämtlich der Sonne aussezte, zur Zeit als ihre Wärme sehr stark ist, so stieg er zulezt geschwinder als das Queckstlber, aber nicht so geschwind als der Spiritus, und fuhr fort zu steigen eine beträchtliche Zeit nachher, nachdem die andern stillstehend geworden.

Ich elektrisirte die Stangen des Instruments, um zu sehen, ob das elektrische Feuer irgend einen Grad von Wärme bewirken könnte, der hinreichend wäre, sie zu expandiren, welches auch bei dem ersten Versuche schien der Fall zu seyn, indem der Minutenzeiger innerhalb kurzer Zeit um 6 Eintheilungen sich erhob. Allein da ich Ursache zu glauben hatte, daß diese Erscheinung mehr von einem Anwachs der Wärme herrührte, der von zwei Per-

sonen verursacht worden, die mit mir in dem Zimmer sich befanden, als ich diesen Versuch anstellte, so wiederhohlte ich diesen Versuch den folgenden Tag allein, wo ich hingegen nicht bemerken konnte, daß sich der Minutenzeiger auch nur über eine Eintheilung erhoben; ich schreibe dies daher der Wärme zu, die dadurch in dem Zimmer verursacht worden.

Ich untersuchte die Expansion einiger Metallstangen vom künstlichen Gefrierpunkte mit gehacktem Eise und Wasser, um sich darinn aufzulösen; hierauf ward eine halbe Unze Weinsteingeist zugegossen, und das Fahrenheitsche Thermometer fiel darinn bis auf einen Grad des Gefrierpunkts, von kochendem Wasser, wo es bis 211° gestiegen, obschon das Wasser kaum hinreichend kochte, da ich nicht genug Lampen untergesezt. Das Barometer stand auf 30 Zoll, und die natürliche Wärme der Witterung war 60° Fahrenheit.

Eine Stange von Zink (die nämliche, die ich nach dem Zerbrechen voller Blasen fand) von 2 Fuß Länge bemerkte an dem Minutenzeiger = = 1570 Einth.

Zink 18 Theile und Kupfer 2 Theile nach des Gießers Aussage	=	=	1150	—
Messing	=	=	1120	—
Eisen	=	=	785	—
Stahl	=	=	695	—

Jede Eintheilung bemerkt den 73,840sten Theil eines Zolls Expansion auf dem Fuße.

Dies, finde ich, kommt der Tafel des Herrn Smeaton sehr nahe. Sie sind freilich noch lange nicht so vollkommen, als ich wünsche, allein ich hoffe, daß ich im Stande seyn werde, inskünftige eine genauere Nachricht mittheilen zu können, da es nothwendig erforderlich ist, daß man der natürlichen Kälte die künstliche beigesellt, um den stärksten Grad der Kontraktion der Metalle zu erhalten, welcher in diesem Klima zu erwarten ist.

Sollte

Sollte ein Instrument dieser Art der Aufmerksamkeit der Naturforscher würdig gehalten werden, so ist kein Zweifel, daß es zu einem größern Grade der Vollkommenheit gebracht werden dürfte, als gegenwärtiges ist, da dies blos nur der erste Anfang ist. Die Anreibung ist geringe, oder verliert sich in Nichts, da die Feder oberhalb der vierten Stange die verschiedenen Hebel und Stangen in einerlei Lage an ihren Wellen hält, sie mögen steigen oder fallen. Auch kann darinn noch mehr Erleichterung geschehen, wenn man sich der Gegengewichte statt der Federn bedient, und wenn man eine Schnure über eine Rolle oberhalb der vierten Stange nebst einem daran befestigten Gewichte schlägt, welches dann die Stangen während ihrer Kontraktion zurückbringt.

Ich habe ein Instrument auf diese Art gemacht. Die erste Stange desselben ist drei Fuß lang, und vermöge eines Schiebers, welcher vermittelst einer Schraube befestiget wird, wird solchemnach die Expansion einer Stange innerhalb dieser Länge gemessen. Die Kräfte der Hebel sind auch größer, und der Minutenzeiger geht zwölfmal herum, während dem der andre einen Umgang macht; auf diese Art wird der 300,000ste Theil eines Zolls Expansion auf dem Fuß bemerkt, und macht bei den gewöhnlichen Graden der Wärme und Kälte unsers Klima 216 Zoll.

Quecksilber kann nicht gebraucht werden, wenn man Grade der Wärme untersuchen will, welche über den Siedpunkt des Wassers gehen; und nach Herrn Dr. Hinsell's Nachricht von Versuchen, welche kürzlich zu Petersburg angestellt worden, sieht man, daß es bei großer Kälte gefriert, welches es denn unzulänglich macht, wenn man irgend hohe Grade in beider Rücksicht messen will. *)

*) Versuche dieser Art findet man noch außer den neuern im LXXVI. und LXXVIII Bande der Philos. Transakt. und in den Petersburgischen Abhandlungen. G.

Ein Instrument dieser Art könnte so gemacht werden, daß es vermittelst eines Gehäuses von Zinn zwischen den Stangen und dem Holze käme, um eine Stange von Eisen oder Stahl aufzunehmen, die bis zu irgend einem Grade innerhalb desjenigen der Schmelzung erhizt worden, ohne daß es litte. Uebrigens erträgt jede Art von Metallstange den äußersten Grad von Kälte, und verkürzt sich wahrscheinlich verhältnißmäßig. Auch sollte ich vermuthen, daß es mit vielem Nutzen angewendet werden könnte, um aufs genaueste die Expansion verschiedener Arten von Metallen zu untersuchen, welche geschickt sind, um zusammengesezte Pendeln zu machen, und die Genauigkeit eines Pendulum, wenn es gemacht worden, dürfte gleichfalls durch künstliche Gefrierung, oder im harten Froste, und wenn man es in siedendes Wasser hielte, untersucht werden. *)

*) Ein sehr gutes Pyrometer in Rücksicht dieser Versuche von Herrn Berthoud findet man in meinem Uhrmacher im II. Th. G.

Inhalt des zweiten Theils.

I. Zweite Abhandlung über die Hygrometrie von Herrn J. A. de Lüc. . . . Seite 1
(Philos. Transact. Vol. LXXXI. P. II.)

II. Neue Aufhängnng der Magnetnadel zu Entdeckung der kleinsten Größen magnetischer Anziehung u. s. f. von Herrn A. Bennet. . . 47
(Philos. Transact. 1792. P. I.)

III. Das Mikroskop. . . . 67

Das einfache Mikroskop. . . 69

1. Herrn Dr. Witherings botanisches Mikroskop nach Einrichtung des Herrn G. Adams. . . 70
2. Andre botanische Mikroskope . . . 70
3. Das Sonnenmikroskop nach Einrichtung und Verfertigung des Herrn G. Adams. . . 72
4. Das verbesserte Sonnenmikroskop für durchsichtige und undurchsichtige Gegenstände, von Herrn M. B. Martin. . . . 75
Anmerkung zu dem im ersten Theile beschriebenen Lampenmikroskope des Herrn G. Adams. 79

Das zusammengesezte Mikroskop. . . 82

5. Herrn Adams's verbessertes doppeltes und einfaches Mikroskop. . . . 82
6. Herrn Adams's verbessertes zusammengesezte Mikroskop. . . . 85

Mikroskopischer Apparat. = = Seite 85
Erinnerungen wegen vortheilhafter Einrichtung und Stellung der Linsen, besonders in Rücksicht zusammengesezter Mikroskope. = = 88

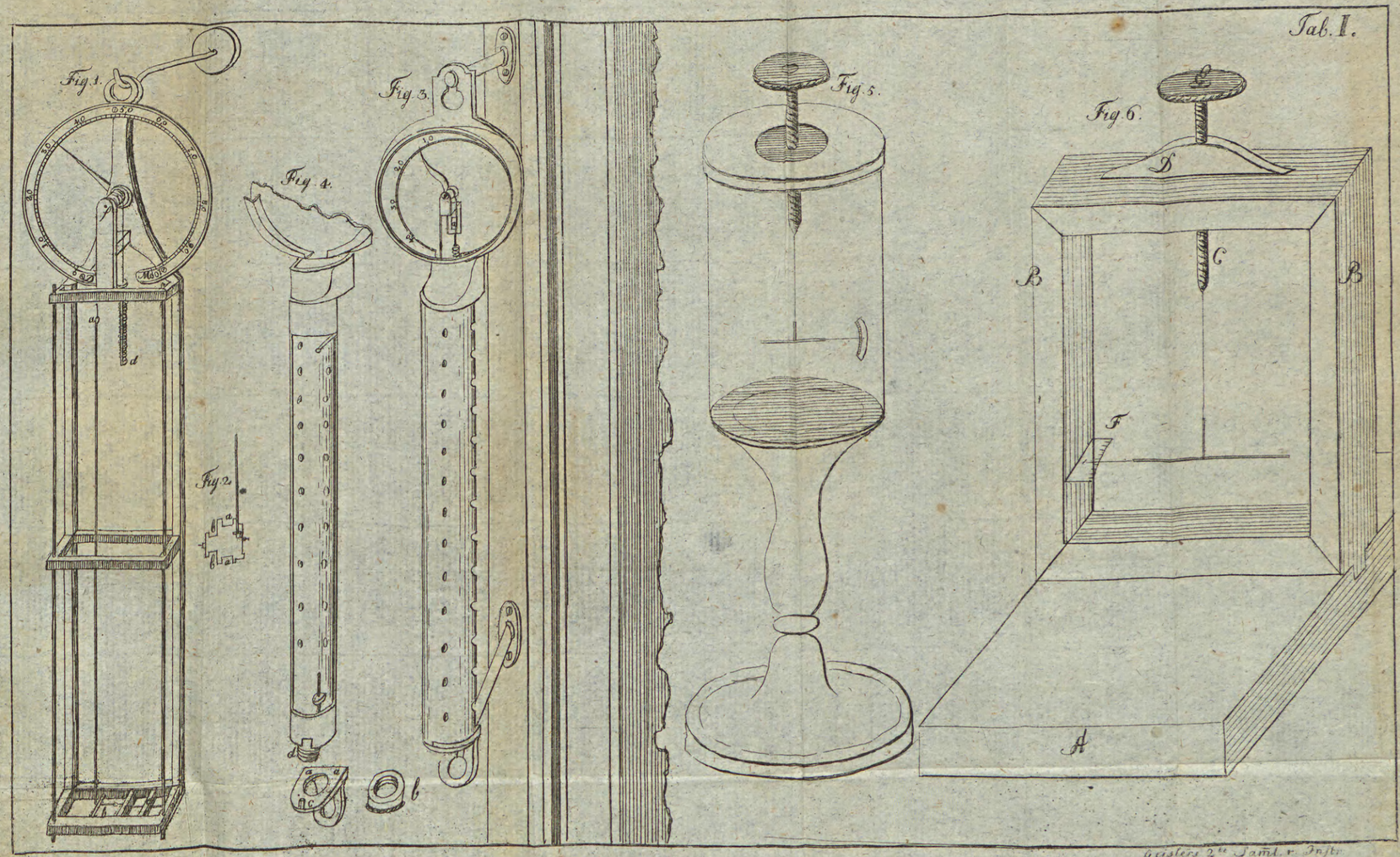
IV. Herrn J. Smeaton Pyrometer, nebst einigen damit angestellten Versuchen. = = = 97
(Philos. Transact. Vol. XLVIII und LXXVI.)

V. Beschreibung einer neuen Federwaage von Herrn J. G. Prasse. = = = 122

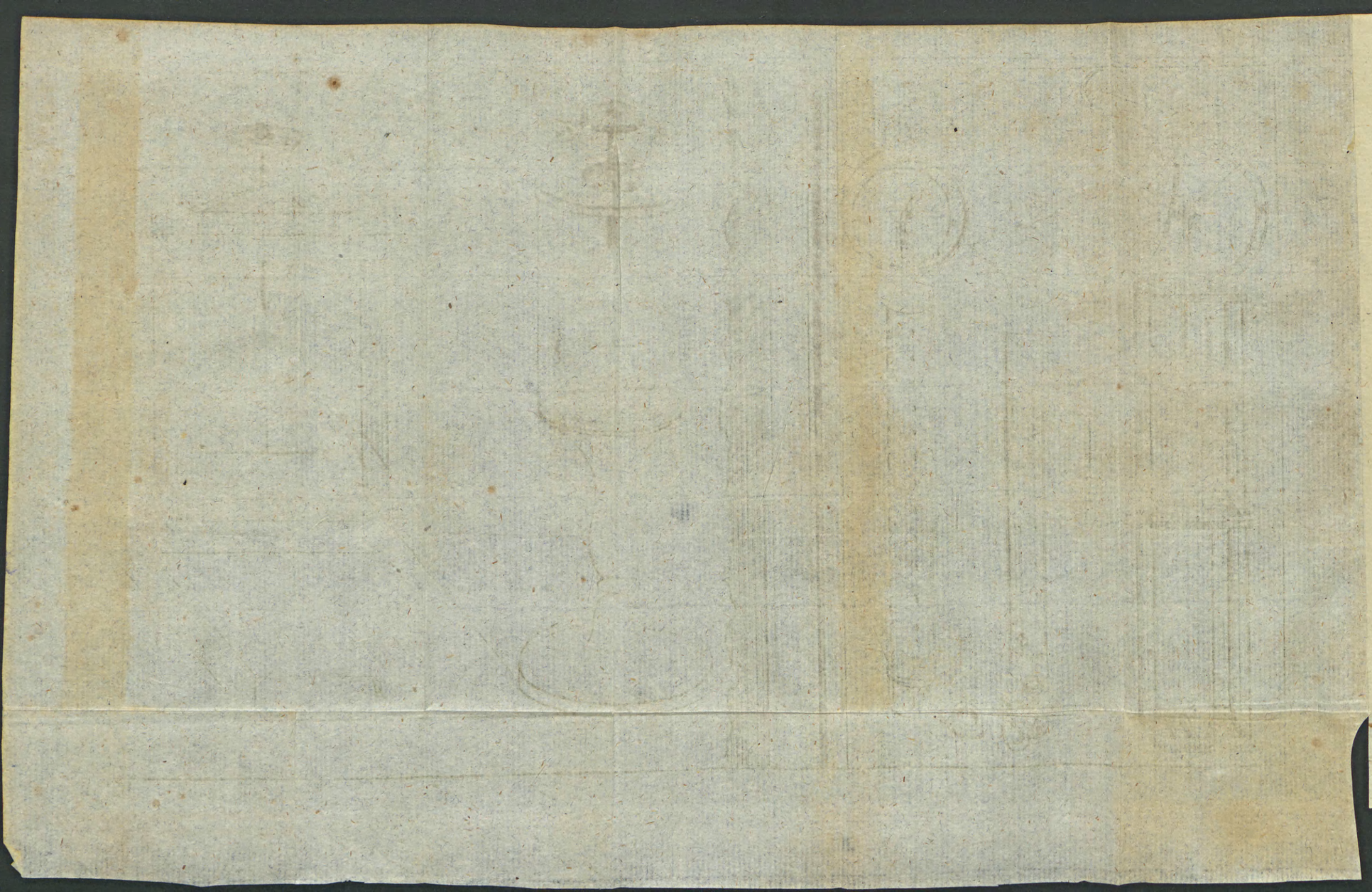
VI. Verfahren, um die Anreibung bei Maschinen zu vermindern, von Keane Fitzgerald, Esq. F. R. S. 126
(Philos. Transact. Vol. LIII.)

VII. Beschreibung eines Metallthermometers, von Keane Fitzgerald, Esq. F. R. S. = = 148
(Philos. Transact. Vol. LI. P. II.)

Tab. I.



Geislers 2te Samml. v. Inst.



Tab. III.

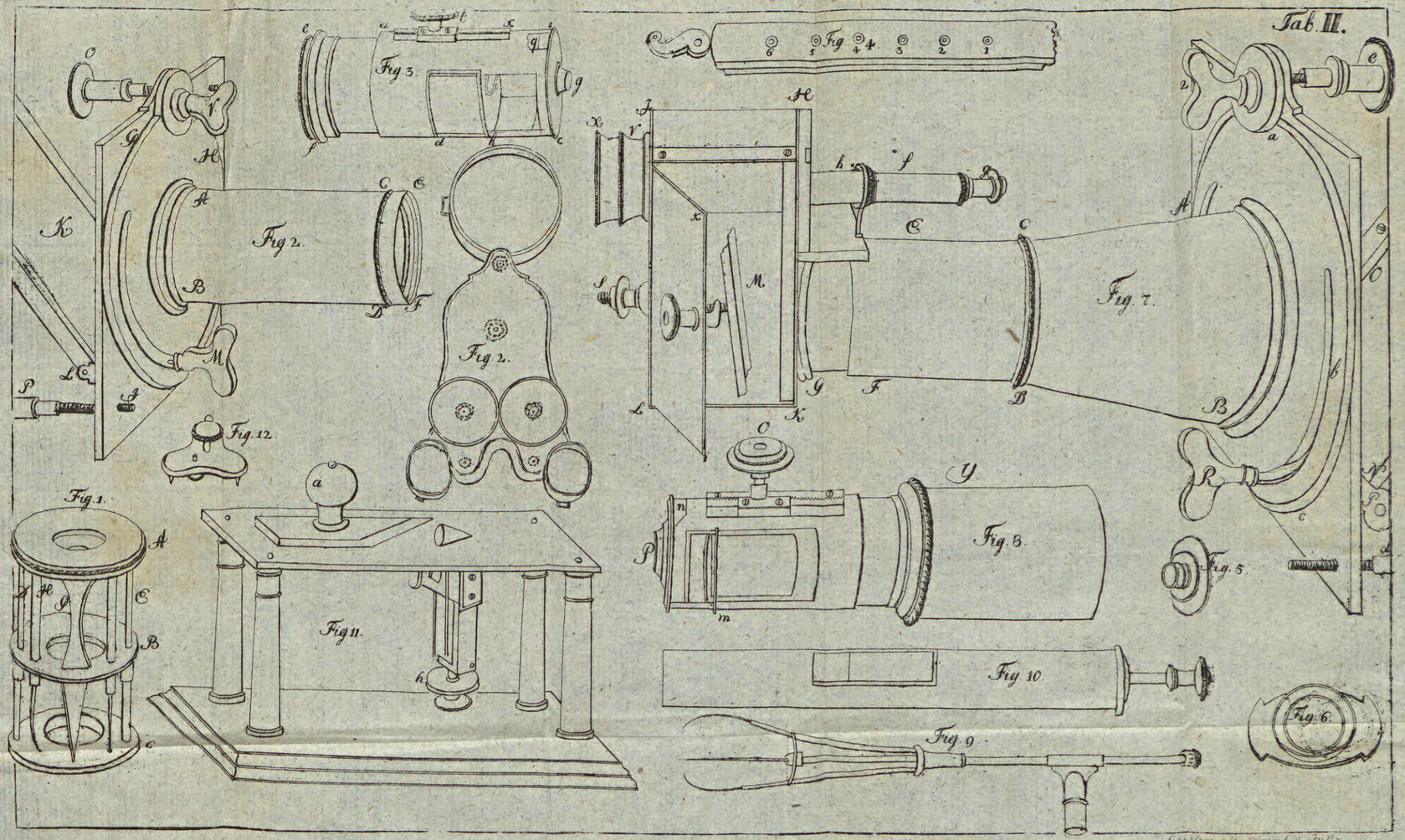
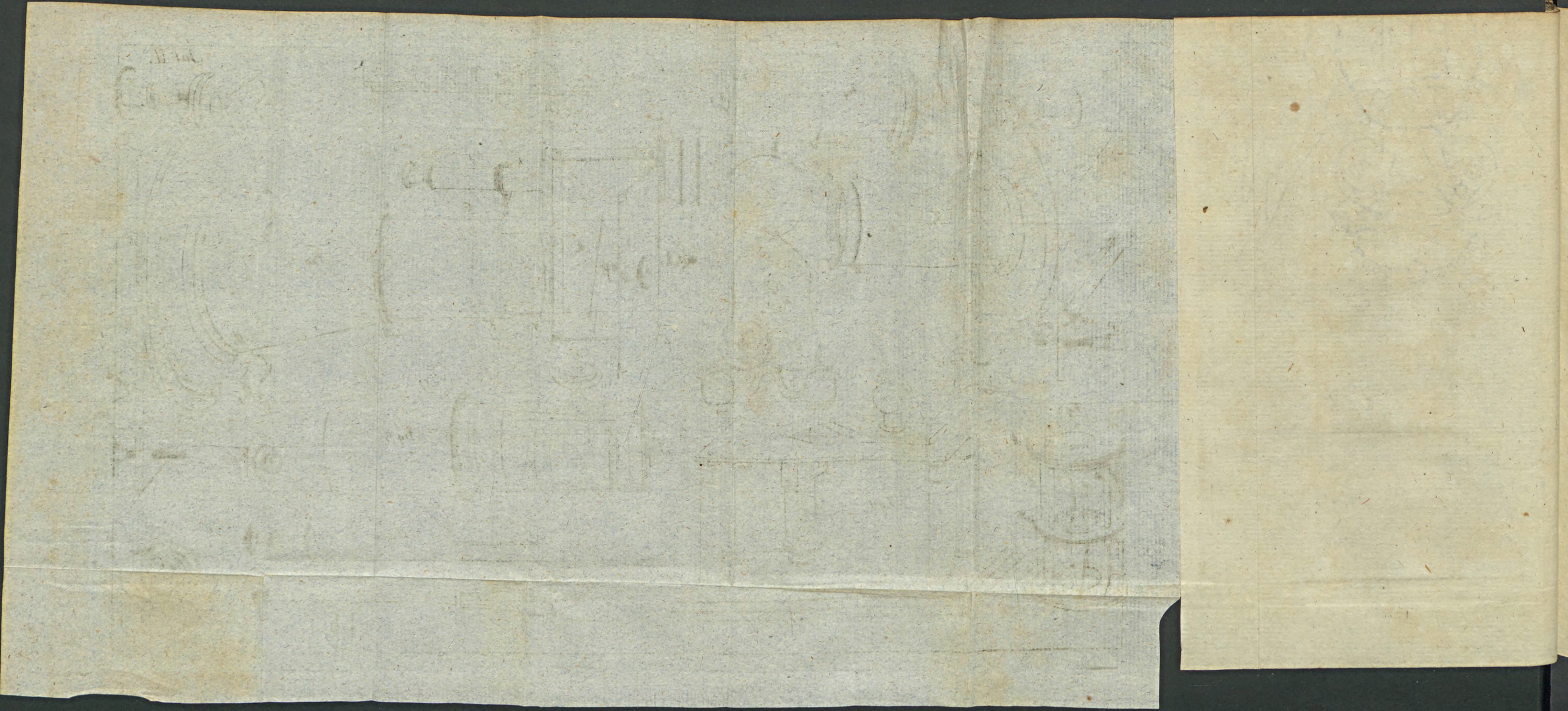
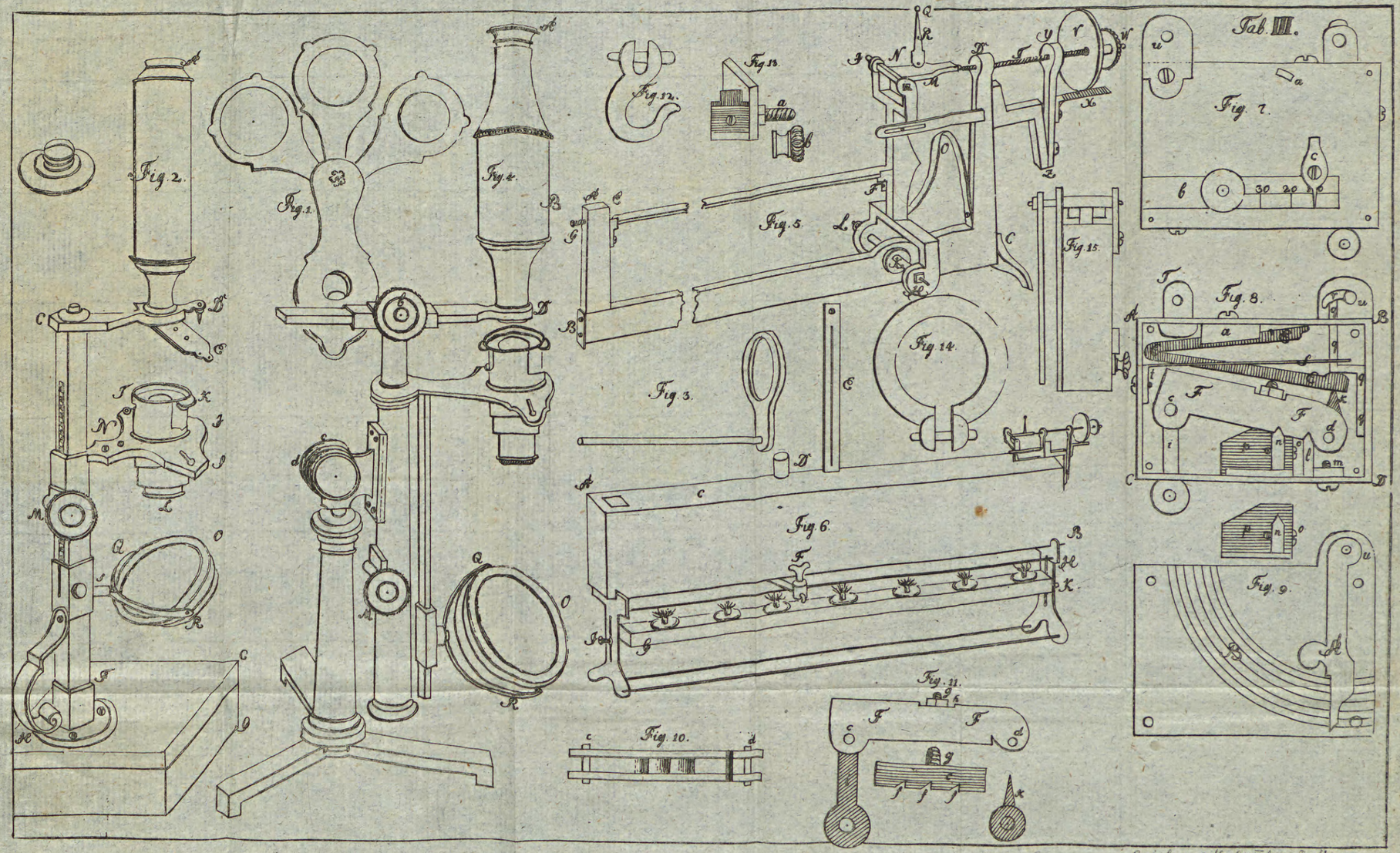
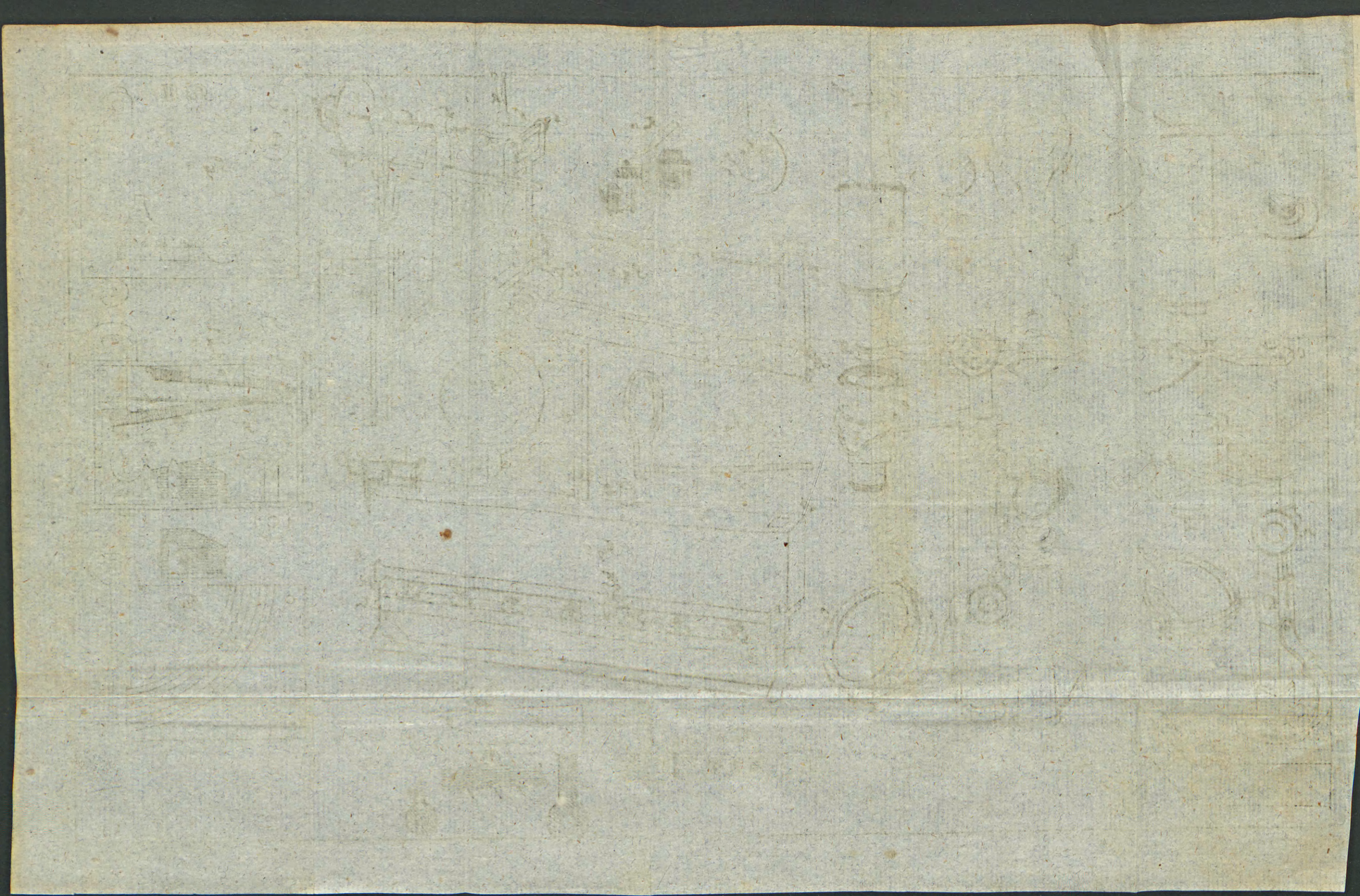
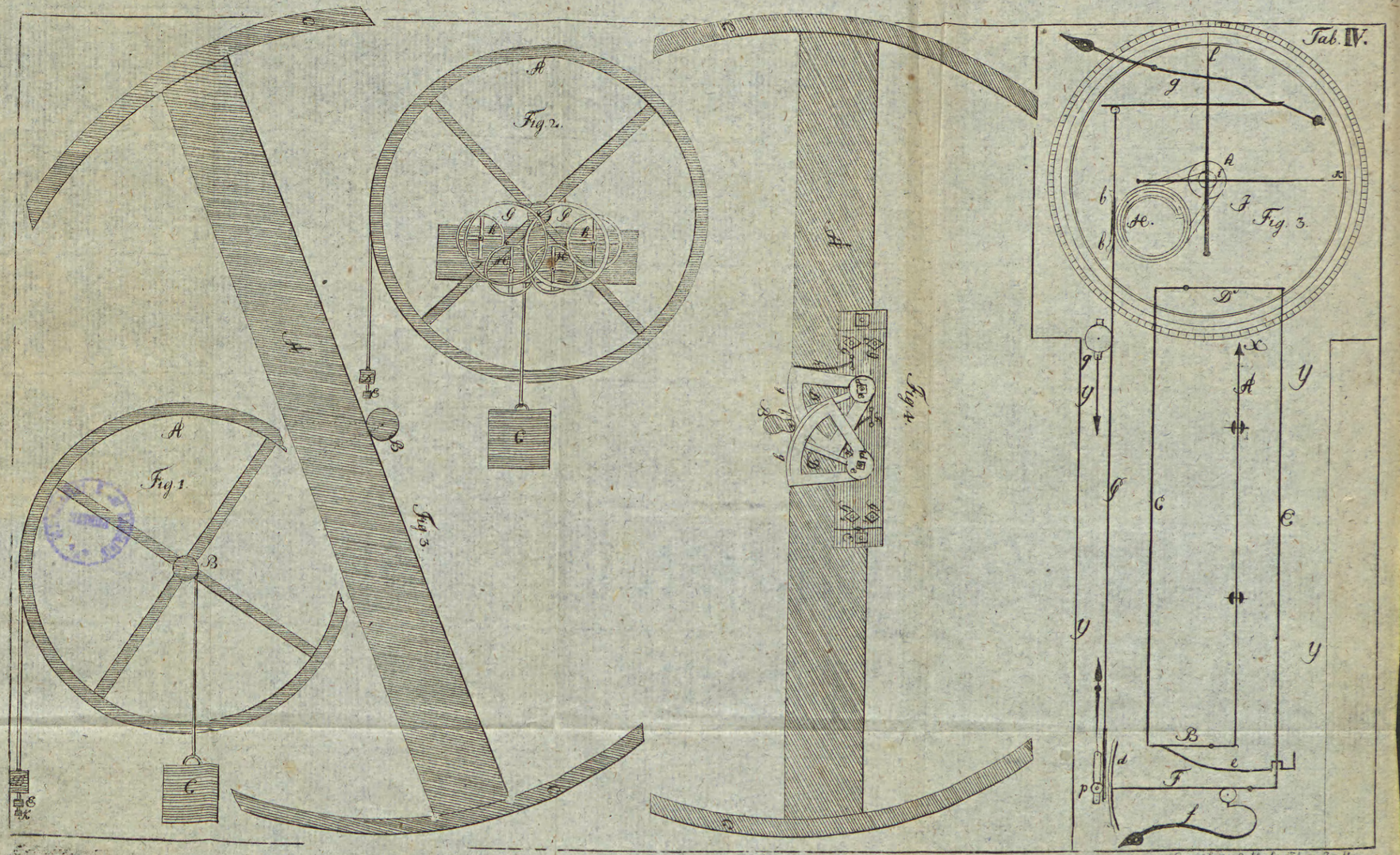


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.




Tab. III.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Geislers 2te Saml. v. Instr.




Tab. IV.
Fig. 1
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 3.
A
B
C
D
E
F
G
H
I
K
L
M
N
O
P
Q
R
S
T
V
X
Y
a
b
c
d
e
f
g
h
i
k
l
m
n
p
q
x
y

KSIĘGOZBIÓR
MARCINA ZAMOYSKIEGO
6115 -KZ

6086-KZ